

الدار العربية للعلوم ناشرون
Arab Scientific Publishers, Inc.
www.asp.com.lb - www.aspbooks.com

الثقافة العلمية وتشكّل الغرب الصناعي

Scientific Culture and the Making of the Industrial West



مارغريت جاكوب
Margaret C. Jacob

الثقافة العلمية
وتشكّل الغرب الصناعي

Scientific Culture
and the Making of the Industrial West

يتضمن هذا الكتاب ترجمة الأصل الإنكليزي
Scientific Culture and the Making of the Industrial West
حقوق الترجمة العربية مرخص بها قانونيا من الناشر
Oxford University Press
بمقتضى الاتفاق الخطي الموقع بينه وبين الدار العربية للعلوم ناشرون، ش.م.ل.

الثقافة العلمية
وتشكّل الغرب الصناعي

Scientific Culture
and the Making of the Industrial West

تأليف

مارغريت جاكوب

Margaret C. Jacob

ترجمة

د. حسن الشريف





الدار العربية للعلوم ناشرون ش.م.ل
Arab Scientific Publishers, Inc. SAL



الطبعة الأولى

1431 هـ - 2010 م

ردمك 978-9953-87-842-3



مركز البابطين للترجمة

الكويت، الصالحية، شارع صلاح الدين، عمارة البابطين رقم 3

ص.ب: 599 الصفاة رمز 13006، هـ 22412730 (00965)

البريد الإلكتروني: tr2@albabtainprize.org

الدار العربية للعلوم ناشرون
Arab Scientific Publishers, Inc.

عين التينة، شارع المفتي توفيق خالد، بناية الريم

هاتف: 786233 - 785108 - 785107 (1-961+)

ص.ب: 5574-13 شوران - بيروت 2050-1102 - لبنان

فاكس: 786230 (1-961+) - البريد الإلكتروني: asp@asp.com.lb

الموقع على شبكة الإنترنت: http://www.asp.com.lb

التنضيد وفرز الألوان: أبجد غرافيكس، بيروت - هاتف 785107 (9611+)

الطباعة: مطابع الدار العربية للعلوم، بيروت - هاتف 786233 (9611+)

مركز البابطين للترجمة(*)

"مركـــز الـــبابطين للتـــرجمة" مشروع ثقافي عربـــي مقرّه دولة الكـــويت، يهـــتم بالترجمة من اللغات الأجنبية إلى العربية وبالعكس، ويـــرعاه ويمـــوّله الشاعر عبد العزيز سعود البابطين في سياق اهتماماته الثقافية وضمن مشروعاته المتعدّدة العاملة في هذا المجال.

يقـــدّم المركـــز هـــذا الإصدار بالتعاون مع "الدار العربية للعلوم ناشـــرون" في إطار سلسلة الكتب الدورية المترجمة إلى العربية ومساهمةً منه في رفد الثقافة العربية بما هو جديد ومفيد، وإيماناً بأهمية الترجمة في التنمية المعرفية وتعزيز التفاعل بين الأمم والحضارات.

وإذ يحرص "مركز البابطين للترجمة" على اختيار هذه الكتب وفق معايير موضوعية تحقّق الغايات النبيلة التي أُنشئ لأجلها، وتراعي الدقّة والإضـــافة العلمـــية الحقيقية، فمن نافل القول إن أي آراء أو فرضيات واردة في هـــذه الكتب وتم نقلها التزاماً بمبدأ الأمانة في النقل، إنما تعبّر حـــصراً عـــن وجهة نظر كاتبها ولا تلزم المركز والقائمين عليه، بأي موقف في أي حال من الأحوال. والله الموفّق.

(*) للتواصل مع المركز tr2@albabtainprize.org

لذكرى

مارغريت أوريلي كاندي

Margaret O'Reiley Candee

\1996-1906\

المحتويـــات

كلمة شكر

عــــندما طلــبت مني الصحافة إعداد نسخة جديدة من كتابـــي *المعـــنى الثقافي للثورة العلمية* (نيويورك؛ كنوف-ماكرو هل Knopf-McGraw Hill، 1988) لم يكن لديّ أية فكرة أن ذلك سيتحول إلى إعـــادة كتابة كبرى. وتستحق نانسي لان قيمة حثها كاتب ممانع على إعـــادة الـــتفكير. وقد تمّ دعم البحث بمنحة من **الهيئة الوطنية للعلم** National Science Foundation، رقم 9310699، مما منحني المنفذ لتـــشغيل عـــدد من الطلبة المتخرجين الموهوبين: ميريم ڤان تيل وولكي لـــوس في تـــاريخ هولـــندا؛ جيف هورن وديفيد سميث في الأرشيف الفرنـــسي؛ ومؤخـــراً دال بولنغ في التاريخ الفرنسي، أكسل أوتز في المـــستعمرات الألمانـــية وإليزابيث زاك في المستعمرات الفرنسية. وقد تابعت التعاون مع الأستاذ جيف هورن، وهو الآن في جامعة ستتسون. وعمـــل ديفـــيد سميث على أرشيف منبولييه بشكل خاص. وتمّ إسناد المـــنحة لبحثـــي من دلاوير إلى ڤيزل بمنحة وتسهيلات قدمها رونالد أوفـــرمن من المؤسسة. وتستمر المنحة في تمويل مشروع قائم حالياً عن العـــوامل الثقافـــية والحـــضارية في مراحل التصنيع المبكرة في كل من الأرشيف البريطاني والأوروبـــي. وقد ساعد المكتبيون في كل مكان، وأتقـــدم بـــشكري الخاص إلى مكتبة مدينة برمنغهام؛ وإلى السيدة أم. ديـــشان في كلـــية **پـــون أي شوسيه** (الجسور والطرق) في باريس؛ ومسؤولي الأرشيف الرسمي في روتردام ولييج وأنتورپ وتروين وليون؛

وكـــذلك مكتبة باكن في ميناپوليس. وقد جعل المكتبيون - في **غرفة الكتب النادرة** في مكتبة ڤان پلت، في جامعة بنسيلفانيا - من الأسهل كتابة كل فصل في هذا الكتاب.

وعلـــيّ الإقرار بالديون المهنية والشخصية؛ فدفع هذه الديون هو أبعد من إمكاناتي. وقد أتاني النصح من جوِيْس موكير وأليس أمسدن، وجـــي آر هرّس بشكل خاص، ومن أرك روبنسون، وجويْس أپلبـــي كمــا دائماً، وياند منهارت بالقضايا الهولندية. وقد تحدثت معي حول العديـــد من القضايا بتي حودُبز، التي توفيت عام 1994، وهي صديقة أفتقدها. وقد جعلت لين هنت الحياة متعة وهي تستحق اشتراكاً مدى الحـــياة في الدلـــيل الأحمر لــ **ميشلان**، الذي بدونه يجب عدم زيارة الأرشـــيف في أي مكـــان. وتستحق الكلبة زكيني مسيرات أطول بعد الظهر في الحدائق، والمزيد من الوجبات الخاصة لأنها انتظرت بصبر تحت العديد من المكاتب في عدة بلدان.

لقـــد توفيت أمي **مارغريت أوريلي** عندما وصلتني نصوص هذا الكـــتاب للتدقيق في أخطائها. ورغم أنها لم تكمل أبداً دراستها الثانوية في ريـــف إيـــرلندا، فقد قرأت كل ما نشرته وعلّقت عليه. وليس من صوت سيكون البديل لها أبداً.

أم. سي جاي

لوبورجيه دولاك

صيف 1995

المختصرات

AD أي دي: أرشيفات الدوائر الرسمية، فرنسا.

AN أي أن: الأرشيفات الوطنية، باريس.

BCL: مكتبة مدينة برمنغهام، برمنغهام، المملكة المتحدة.

ECAM: الكلية المركزية للفنون والمهن، باريس.

ENPC: الكليـــية الوطنية للجسور والطرق، شارع دي سان بير، باريس.

JWP: أوراق جـــايمس واط، تم الحـــصول عليها في 1994 من مكتبة مدينة برمنغهام.

مقدمة

يسافر هذا الكتاب ذهاباً وإياباً عبر القناة الإنكليزية [المانش] كما يتدرج عبر بلدان عدة. وهو يسعى لتفهم الأصول الثقافية/الحضارية(*) لظاهـــرة دولـــية بدأت حوالي 1800 في شمال وغرب أوروبا: الصناعة والمـــناجم والمواصلات. وقد سبق التفهم العلمي الجديد للطبيعة عملية "مكنـــنة" الـــصناعة الآلية، والأهم أنه ساعد في هذا التطور. لهذا فإن القـــسم الأول من هذا الكتاب ينظر في علوم القرن السابع عشر، عند فـــراش موت **كوبرنيكوس**، ليس من منظور العلميين، ولكن، بشكل أكثر، كما كان يمكن للمتعلمين أن يفهموها. ويستكشف القسم الثاني مـــاذا كـــان دور العلم في جعل تكنولوجيا الطاقة (مثل محرك البخار) أقرب إلى أن يفكر به الإنسان، بل وأكثر إمكانية للتنفيذ.

وحيث كان ذلك ممكناً، كانت الطريقة المتبعة هي المقارنة. فهذه الطريقة تسمح باختبار كيف كان للعلم أن يتداخل في مختلف المضامين الحـــضارية-الثقافية من انكلترا القرن السابع عشر إلى فرنسا الثورية في أواخر القرن الثامن عشر.

وتـــسمح المقارنة أيضاً ببروز السمات المتميزة لنظام حضاري-ثقافي. بكلمة أخرى، إن قانون الجاذبية الكونية هو نفسه في كل ثقافة،

(*) يصعب ترجمة كلمة (Culture) الإنكليزية في المضمون المقصود هنا بكلمة واحـــدة باللغـــة العـــربية، ولهذا ستستخدم بشكل متساوٍ تعابير مثل التقاليد الثقافية والثقافة/الحضارة والثقافية/الحضارية.

ولكن اكتشافه واستخدامه وتطبيقه كان من عمل أناس موسومين بقيم، مضفرين بشبكات اجتماعية، مزينين برموز المقامات(*) [الاجتماعية]؛ أناس كانت أفكارهم وممارساتهم ممجدة أو محرمة من العقائد الدينية. وبهذا فإن القصة التي تروى حول أناس القرن الثامن عشر تبدأ فقط مع اختراع العلم الحديث، مع التأسيس المفاهيمي والفكري للعلم من **كوبرنيكوس** و**غاليليو** إلى **نيوتن**. ومن هنالك تتابع لاستكشاف الفروقات المعقدة بين كيف تمّ استيعاب تطويع الطبيعة بالآلة داخل المجموعات اللغوية الكبرى التي كانت موجودة في أوروبا وفي المستعمرات الأميركية. وتحتل الإنكليزية والفرنسية والهولندية - مع نظرة سريعة إلى الألمان والإيطاليين - وسط المسرح في هذه القصة حول انتشار العلم وتموضعه ضمن المشهد المسرحي الرسمي وغير الرسمي. وهنا يترابط الاجتماعي والحضاري-الثقافي بشكل لا ينفصم.

وفي كتاب *المعنى الحضاري للثورة العلمية* (1988)، قمت باستعراض العديد من المحاور الفكرية التي توجد في هذا الكتاب، الذي يجب أن ينظر إليه على أنه الوريث الفكري للأول. لكن عندما طلب إليّ أن أضع نسخة جديدة *للمعنى الحضاري*، أردت أن أكتب نسخة موسعة بإشارات أكثر دقة، تعكس استمرارية أفكاري وبحثي. وكلا الكتابين يصفان العلم الجديد مع بعض التفاصيل، وهذا الكتاب يعطي اهتماماً أكبر للقرن الثامن عشر ضمن إطار مقارن. فالعلم الحديث والمنتشر على نطاق دولي - الذي بدأ بـ **كوبرنيكوس** (1543) وبلغ الأوج مع كتاب *برنسيا Principa* لـ **نيوتن** (1687) - أدى العديد من المهمات الفكرية والعقائدية والنفعية. وقد اختلفت هذه المهمات تبعاً للمضمون الحضاري-الثقافي

(*) في تلك الفترة كانت الطبقية الاجتماعية سائدة في كل أوروبا وكذلك القيم الأرستقراطية.

وللظـــروف الوطنـــية في كل بلد. ففي أوروبا الكاثوليكية كان لا يمكن استخدام العلم الجديد إلا انتقائياً، لأن الكنيسة كانت تعترض على مختلف مظاهر تعليمه. وفي أوروبا البروتستانتية كان يمكن للعلم الجديد أن يتقولب في حجـــج تـــساند سلطة السياسة والدين في آن معاً. وفي كل الأماكن نشطت المعرفة الجديدة حول الطبيعة ضمن القوالب الأساسية لنظم المعرفة الأخـــرى؛ ضمن العوالم الفكرية التي تحتوي أيضاً على معلومات لاهوتية وفلـــسفية واجتماعية، سياسية وفنية، وبشكل متزايد كوكبية وإثنوغرافية. وهكـــذا، مـــثلاً، فـــإن أسلوب عصر النهضة الفني - الذي أعطى ميزة للواقعية - ساهم بشكل عميق في قدرة غاليليو على تخيل الوديان والجبال علـــى القمر، في حين، في الواقع، أن كل ما كان يستطيع رؤيته في مرقابه كان ظلالاً[1].

ومع العام 1700، كان بإمكان المعرفة العلمية أن توفر معرفة موحدة وكونـــية عـــن الطبيعة. وكان بالإمكان جعلها ميسرة بشكل واسع لأنها كانـــت تُنـــشر في لغـــات كـــان المتعلمون بشكل جيد من الأوروبيين والأميركيين متمكنين منها، أي إما باللاتينية أو بالفرنسية. ولكن بالتحديد في تلـــك اللحظـــة، عندما وصلت هذه الأدوات الفكرية الاستثنائية "إلى السوق"، كانت سعة السوق تتمدد بشكل مثير كبير. فبعد منتصف القرن الـــسابع عـــشر، وعندما كان الأوروبيون يتاجرون ويستكشفون ويحتلون ويـــسترقّون العبـــيد في أماكن جديدة وبين شعوب جديدة، أصبح كونهم الفكـــري أكثر تعقيداً. والشعوب غير الغربية تحدت الافتراضات المغروسة في الـــنفوس لدى الأوروبيين حول الطبيعة البشرية، وحول شمولية الاعتقاد بالألوهية الواحدة. ولنفس الفئة المختارة التي كانت تستهلك العلم، جلبت الـــتجارة مـــوارد غير مسبوقة من الأموال وشجعت العلم التطبيقي، الذي بـــدوره روج لـــروح الاختراع. ومع حلول عام 1780 - وفي البداية في

بـــريطانيا – روحت الأموال المراكمة والإبداع للتطور الصناعي، ولتطبيق تكنولوجـــيا الآلة في المناجم والمواصلات وفي التصنيع. وبعد عام 1700، وبـــشكل واســـع قبل عام 1800، اكتشفت كل الشعوب الغربية عوالم إضـــافية طبيعية وجغرافية وتكنولوجية وثقافية، أو ببساطة إنسانية، أكثر مما كانت عليه الحالة قبل ذلك أو منذ ذلك الوقت.

لقـــد حـــصل التطور الصناعي في بريطانيا أولاً لأسباب كانت تـــتعلق بالعلم والثقافة وليس فقط، ببساطة وبشكل حصري، بالمواد الأولية وتراكم رأس المال والعمالة الرخيصة أو التحديد التكنولوجي. أمـــا كـــيف كانـــت الـــثقافة العلمية تُستخدم أو تُفهم في المسارح الأوروبية، فقد اختلف ذلك مع الظروف والمضامين المحلية. ففي بعض الأمـــاكن ولـــيس في غيرها قاد التحول الذهني إلى أنشطة مبادرة في الأعمال وإلى تطبيق سريع لتكنولوجيا الطاقة. واكتشاف هذا التحول يتطلب مقاربة مقارنة للأصول المباشرة لعملية التصنيع الغربية أكثر مما كنتُ قادرةً على تقديمه في كتاب *المعنى الحضاري*. كانت المقاربة تعني أيـــضاً الوقوف إلى الوراء إلى حدٍّ ما، في محاولة للعب دور الزائر من بعـــيد جـــداً، ليس للتقييم ولكن للتساؤل حول كيف كانت تلك الـــثقافات تعمـــل. مـــاذا جعل بريطانيا تستوعب وتستخدم العلم – اختراع ثقافة العلم العملي – بشكل كان يختلف عن ما كان يُرى في فرنـــسا؟ مـــاذا فعل الهولنديون التقدميون بعلم نيوتن في نظامهم التعليمـــي؟ تلـــك هي أنواع الأسئلة التي تسمح لأسلوب مقارن أن يزدهر. ويعالج المنظور الموجود في هذا الكتاب أيضاً الثقافة كهيكلية في ذاتها، موجودة في الأدمغة، ولكنها أيضاً مرمزة في الأشياء المتيسرة للناس، أو هي تمّ اختراعها بالإبداع الإنساني كما ظهر بشكل واسع في تلك الفترة في المعادلات الميكانيكية والرياضية[2]. عندها، واليوم،

تنخرط التشكيلة الثقافية لشخص ما في جدل مع العالم، في تحول وتغير معقدين تبعاً لتجارب جديدة وكذلك لتجارب معتادة. مثلاً، إن جايمس واط James Watt، الذي اخترع محرك البخار الحديث، أحضر إلى مشغله عاداته المستلهمة دينياً، مثل انضباط العمل وحافز الربح. كانت تلك العادات معروفة بأنها النبضات الطبيعية لإنكليزي مولود حراً. وقد جلب معه أيضاً معرفة ميكانيكية ورياضية ومهارة يدوية، لما كان سيبذل على امتداد سنتين من النشاط الكثيف لتغيير محرك قديم ثم بناء واحد جديد. ولكن عندما تمّ بناء المحرك الجديد غيّر هذا المحرك واط نفسه وعائلته. وليس كافياً القول إن المحرك حمل بشكل غير ديناميكي ثقافة ميكانيكية متضمنة في تحركات دعامتها ذات الضجيج أو في صرير صماماتها. فكل من عمل مع تلك الآلة أصبح خادمها؛ كل أولئك الذين سعوا بطريقتهم أن يتماشوا معها أو يتملكوها. وقد جعلت ناحية الأعمال الاقتصادية للآلة من واط رأسمالياً مشاكساً؛ كما حولته أيضاً إلى رجل علم، كتب وتكلم ولبس وعاش بشكل مختلف عن الشاب الذي عرفناه في رسائله في سنوات 1750. تصور التأثيرات التحويلية التي كانت للآلة على رجال الفحم الذين كانوا يغذونها ساعة بساعة، أو الذين كانوا يراقبونهم والذين كانوا يشاهدون كل حركة للرجال والآلة.

ثم، عندما تمّ تطبيقها على صناعة القطن، غيّرت الآلة عادات العمل، والانضباط فيه، والرواتب، والحياة العائلية، وفترات اللهو، والتوقعات - الكون الثقافي - للنساء وكذلك للرجال. وسوف يلقى نوع البشر الذين كانوا يمشون حول الآلة، أو يلمسونها أو يفهمونها - وغيرها من الأجهزة الميكانيكية - من زمن غاليليو إلى عصر البخار الاهتمام الأكبر في هذا الكتاب.

ومثل الكتاب الذي سبقه، يبدأ هذا الكتاب الجديد مع الجذور الفكرية لعلم الميكانيك، راجعاً إلى الوراء إلى المكتسبات العلمية التي تمّت بشكل واسع في القرن السابع عشر، متفحصاً بشكل مختصر اندماج تلك المكتسبات في الوعي الغربي. وفي الفصول الأربعة الأولى من القسم الأول سيتعرف من قرأوا كتاب *المعنى الحضاري* على العديد من الحجج معاداً ذكرها ومعاداً طبعها، أو تمّ اختصارها. ثم يتحول التركيز والجدال. لم تكن عناصر العالم الطبيعي المرمزة بالعلم على أطراف عملية التصنيع أو الهيمنة الغربية؛ لكنها كانت مركزية فيهما. ولم يكن - أنا أقترح - بالإمكان أن تحصل مكتنفَة في عالم فكري يفترض كوناً محدوداً، كوناً تكون الأرض مركزه، نظاماً طبيعياً تحركه الأرواح، كوناً يمكن مراقبته ولكن لا يمكن تطويعه للرياضيات وللميكانيك. وبعد أن يضع الكتاب ميكانيك **نيوتن** وانتشاره في عصر الأنوار في مكانه، تنتقل المناقشة إلى استيعاب الميكانيك التطبيقي في مشهد اجتماعي خاص: وتبرز هنا صورتان، غير متوقعتين، مدهشتان وفي المركز: رجل الأعمال المبادر والمهندس، وهما الشخصيتان الأساسيتان في تطور الصناعة الممكننة في القرن الثامن عشر.

ولأن علم الآلة بكل فروعه أصبح مركزياً بشدة في توليد المعلومات التي يمكن الاستفادة منها صناعياً، فإن هذا الكتاب ينظر بشيء من التفصيل في انتشار علم الميكانيك، في مرحلة ما بعد *برنسبا*، لدى رجال الأعمال المبادرين والمهندسين. وحيث أمكن، حاولت أن أجعل نفيذاً الحدود بين ما كان يسمى في ذلك الوقت الفلسفة الطبيعية والفنون المفيدة وما نسميه نحن العلم والتكنولوجيا. اختر أي كتاب مدرسي باللغة الإنكليزية في العلوم النيوتونية من مرحلة ما بعد عام 1700 - الكتب التي كانت في غاية الأهمية في جعل علم **نيوتن**

مفهوماً - وحاول أن تفصل بين ما هو علوم "بحتة" و"تطبيقية". ولن تنجح تصنيفاتنا الحديثة. فما نسميه تكنولوجيا كان جزءاً متداخلاً مع ما كان يسميه معظم الممارسين النيوتونيين علم الميكانيك[4]. وقد لا يكون نيوتن قد فكر بهذه التعابير التطبيقية، لكن من تبعوه فعلوا ذلك.

لهذا، ليس هنالك أهمية لأن نبرم دولابنا بحثاً عن تمايزات تنطوي على مفارقات تاريخية. وما يجب أن يكون أكثر إفادة وأوسع أهمية هو: هل اندمجت تلك العلوم الجديدة في المنظر الاجتماعي والثقافي البريطاني بشكل مختلف عن ما حدث في أوروبا الغربية في القرن الثامن عشر؟ والجواب هو أجل؛ وأكثر أهمية هو أن الفروقات - التي تتسبب بها الظروف المختلفة الوطنية والإقليمية - تساعد في تفسير التقدم الصناعي النسبي أو تأخره[5].

إن المقاربة المقارِنة للتطبيقات الصناعية للتعلم العلمي تلقي ضوءاً جديداً على التطبيق الفريد الأهم الذي نتج عن ذلك التعلم. فالذي تمّ في أواخر القرن الثامن عشر من تطبيق للمعرفة العلمية وللاستقصاء التجريبي في تصنيع السلع وفي نقل الأشياء الثقيلة - سواء الفحم الحجري أو الماء - وفي توليد التقنيات الجديدة للطاقة، أحدث تحولاً دراماتيكياً للإنتاجية في الغرب.

لكن هذا التحول حدث بسرعة أكثر في بعض المناطق والدول، أو بشكل متأخر عنه في مناطق ودول أخرى. فوتيرة نمو الإنتاجية في بريطانيا بين عامي 1800 و1860 كانت ثلاث مرات أكثر من ما كانت عليه بين عامي 1700 و1760؛ ومن 1760 إلى 1801 كانت وتيرة النمو ضعف ما كانت عليه في الفترة التي سبقتها[6]. بكلام آخر، كانت هنالك قصة ثقافية حضارية لا بد من روايتها، منظر فكري لا بد من رسمه، بما يمكن أن يساعد في تفسير لماذا كانت بريطانيا الأولى

التي تصنعت. وحوالي عام 1750 تقريباً كانت نفس المعرفة العلمية متوفرة في معظم اللغات الكبرى، لكنها استُخدمت بشكل مختلف، لهذا أُعطيت معان مختلفة، في دول ومناطق مختلفة. كانت قد "عُبئت" بشكل مختلف. بكلام آخر، كانت *البيئة* للاكتشاف والانتشار في غاية الأهمية في تاريخ العلم وفي دوره في مراحل التصنيع المبكرة.

ولنلاحظ أنني أشير إلى تاريخ العلم، وليس ببساطة أو بشكل مفصول حول تاريخ التكنولوجيا. ومن الاستراتيجيات المعتمدة في هذا الكتاب السعي لتفحص دقيق للعلم خارج الحُرُم النصّية التي كانت تُحفظ له من قبل الأجيال السابقة من المؤرخين. فعندما يُحجر بقدسية على "العلم البحت" – كانوا يقولون – لا يعود له أية علاقة بعملية التصنيع. ويضيف هذا الكتاب صوته إلى الجوقة المتنامية التي تدمج العلم في الاهتمامات ذات الطابع التطبيقي للبشر. وفي هذه الحالة كان التطبيقيون هم رجال الأعمال المبادرون والمهندسون المتلهفون للمنحى العلمي العملي، والمتعطشون للاستفادة من الميزات التي يوفرها لهم. وبالفعل فإنني سأجادل بأنه – على الأقل مبكراً، من أواسط القرن السابع عشر – أتى العلم البريطاني مغلفاً في إيديولوجيا تشجع الرفاهية المادية.

والوصول إلى الثقافي-الحضاري بدلاً من إمعان النظر فقط في الجانب الاقتصادي للمجتمع الصناعي الحديث، يتطلب أن تُرى العلوم اجتماعياً. وقد كان القرن الثامن عشر اللحظة الحرجة لتطوير الاقتصاد والعلم معاً. وفي ذلك القرن قام الغربيون المتعلمون باحتضان العلم كما لم يفعلوا ذلك من قبل. في البداية في بريطانيا، ثم بالتدرج على امتداد أوروبا الغربية، أخذوا يتعلمون في المدارس وفي قاعات المحاضرات؛ كما أخذوا يلتقطون مضامين العلوم من الكتب المدرسية العامة؛ لقد قرأوا



إسحاق نيوتن (1642–1727) مؤسس علم الميكانيك الحديث

(صورة من مجموعة خاصة)

عـــن العلمـــاء وإنجازاتهم في الصحف والمجلات؛ لقد وصلوا إلى *الإيمان* بـــالعلم وبقدرتـــه. كانت الحكومات ترسل الجواسيس - عموماً إلى بـــريطانيا - للاطـــلاع على آخر الاختراقات التكنولوجية في التصنيع والتعدين. وفي مطلع القرن التاسع عشر، كان الوزراء يشجعون تدريس العلوم والرياضيات في المدارس الابتدائية والثانوية، للأولاد والبنات. لقد بدأت المنافسة في التنمية التكنولوجية وما زالت مستمرة إلى يومنا هذا.

ومـــع العقد الأخير للقرن الثامن عشر، اخترق البريطانيون حاجز العمالـــة أيضاً، خاصة في صناعة النسيج. فالمبادرون من رجال الأعمال اســـتخدموا تكنولوجيا المياه والآلة والبخار - ببساطة، بدلاً من الطرق القديمة باستخدام عمالة اليد والحصان - في التصنيع والتعدين والنقل[7]. وقد أعطت الفائدة الناتجة عن ذلك، وبشكل مفاجئ، للنخبة البريطانية مكانـــاً في سياسات القوى الدولية لم تنته إلا مع الحرب العالمية الثانية. وفي ســـنوات الـــ 1780، كان الوزراء الفرنسيون للتجارة والصناعة يعـــتقدون أن أحد عناصر النجاح البريطاني يكمن بالتحديد في القدرة الإبداعـــية في العلم[8]. وكان البلجيكيون (في التعدين وبعض صناعات النـــسيج) والسويـــسريون (في صـــناعة الساعات) يأتون مباشرة بعد البريطانيين في النمو الصناعي، لكن الفرنسيين لم يبدأوا التصنيع بشكل جدي إلا بعد عام 1800؛ وكان الهولنديون والألمان والأميركان، على الصعيد الوطني، متأخرين عن ذلك أكثر.

ولا بـــد مـــن رسم العلاقة بين هذين التحولين، مهما كان ذلك مختـــصراً، اســـتيعاب العلـــوم بشكل لم يسبق له مثيل وبدايات الثورة الـــصناعية. علينا أن نعود لنمسك ما فهمه، ضمنياً، المعاصرون الذين عايـــشوا هاتين الظاهرتين. فعندما كان محاضر علمي - في مطلع القرن التاسع عشر - يقارن إنجازات الفرنسيين والبريطانيين العلمية في القرن

السابق، كان يقارن العلماء الفرنسيين في علومهم البحتة، مثل **لابلاس** Laplace **ودالمبير** D'Alembert، مع المهندسين العمليين، كـ **جايمس واط وجون سميتون**، "الذين لم يكونوا أقل تميزاً في نجاحاتهم في تحسين ممارسة الفنون المفيدة والتصنيع"[9]. وهو حتى لم يستعمل مصطلحي "البحتة" و"التطبيقية". وعندما صعد عامل إنكليزي شاب مياوم وفلاح حدائق، في العالم بعد الحروب النابليونية، فقد فعل ذلك بحضور المحاضرات عن الفلسفة الطبيعية والكيمياء، وبأن أصبح مطلعاً في الهندسة، ثم بالسفر في العالم لينتهي فقط في بوسطن، حيث كان يستطيع صنع الأجهزة ليوضح مختلف العلوم. وهناك أطلق أول معهد لعلم الميكانيك حتى يستطيع شباب آخرون أن يسافروا على نفس المسار الحركي صعوداً"[10].

والنظر في هذا الأمر من منظور عالمي وبالمقارنة، ثم وضعه بصيغة إنسانية، يجعل من الممكن استخلاص أهم معنى حضاري للثورة العلمية - وهو حتماً ليس المعنى الوحيد - الذي يكمن في ولادة إنسان جديد - أولاً في بريطانيا بحلول عام 1750 - وهذا المعنى هو عموماً، ولكن ليس حصرياً، رجل الأعمال المبادر الذي قارب عملية الإنتاج بالآلة، حرفياً برؤيتها (أي عملية المكننة) كشيء تسيطر عليه الآلات، أو على مستوى مجرد أكثر، كعملية يمكن تصورها بمصطلحات مثل الوزن والحركة وقوانين القوة والقصور الذاتي. وكان يمكن رؤية العمل والعمال من خلال هذه المصطلحات أيضاً، ولم يكن الثمن الفظ للحياة في المصانع الأولى غير مرتبط بقدرة "رب العمل" و"المهندس" على التفكير الميكانيكي. فهم عندما كانوا يفعلون ذلك كانوا يخفضون كلفة التصنيع باستخدام الآلة بدلاً من الإنسان. ولا داع للعجب أنه مع حلول عام 1800، بدلاً من الالتزام بانفصام متشائم وانهزامي عن

العلـــوم، كانت النسوة تدرسن في أكاديمياهن لفتيات النخبة، في حين كـــان الإصلاحيون الجذريون - الذين كانوا يرون أن الآلة ستنمو في أهميـــتها - قـــد تحالفـــوا مع العمال الذين فهموا الإمكانات الكامنة للميكانيكا التطبيقية، وسعوا لجعل هذا الموضوع موضوعهم. فالروائية **إليزابيث كليجورن چاسكل** Elizabeth Cleghorn Gaskell رسمت في عـــام 1848 صورة خيالية لنسّاج ذي فكر علمي في مانشستر كان يعمل وقد فتح *برنسپا* **لنيوتن** فوق نوله[11].

ولكـــن قـــبل أن يستطيع العمال العاديون والنساء المتعلمات أن يتـــصوروا العلـــم كجسم من المعلومات التي يمكن الاطلاع عليها ولها تطبـــيقات عديـــدة، كان لا بد أولاً من تحول مفاهيمي واسع احتاج لقـــرنين كـــاملين قـــبل أن يكـــتمل. فعندما جادل الفلكي البولندي **كوبرنيكوس** في عام 1543 أن الشمس هي التي تقع في مركز الكون؛ وعـــندما وُضـــع الفنان الإيطالي، المخالط للبلاط الملكي والتجريبـــي، **غاليلـــيو**، في الإقامـــة الجـــبرية في منـــــزله عـــام 1633 لأنه قال إن **كوبـــرنيكوس** كان على حق في كل شيء؛ وعندما قدم الأرستقراطي الفرنـــسي والفيلسوف **ديكارت** منهجه الجديد في التفكير العلمي، في كـــتابه *خطاب في المنهج* (1637) *Discourse on Method*؛ وعندما أسس نبلاء غرب أوروبا وأرستقراطيوها الأكاديميات العلمية، ابتداءً من سنوات الـــ 1660 عمـــوماً وبعد ذلك، لم يكن بوسع أحدهم أن يستـــشرف التحولات الصناعية التي كانت ستأتي بعد ذلك. لم يكونوا يفكـــرون بمكننة القطن، أو باستخدام محركات البخار في المناجم، ولا بتطبـــيق قوانين الحركة على تحرك المياه في الأنهار والقنوات[12]. ولكن مـــع حلول الربع الأخير من القرن الثامن عشر، كان ذلك بالتحديد ما بـــدأ يحـــصل. فالتراث العلمي لـــ **كوبرنيكوس وغاليليو وديكارت**،

وبشكل خاص لـ **بويْل ونيوتن**، - الذي أعيد تشكيله في الكتب المدرسية والمحاضرات - ساعد في جعل التطبيقات الملموسة للطاقة ممكنة.

ويعالج هذا الكتاب السؤال: "لماذا بريطانيا أولاً؟"، بشكل جزئي، بالسؤال لماذا لم تكن فرنسا ولا هولندا (شمالاً أو جنوباً) أولاً؟ فالحكومات الفرنسية قبل 1789 كانت تريد التكنولوجيات الأكثر تقدماً؛ وكان لدى الهولنديين الأموال الفائضة، وكانت محافظاتهم الجنوبية قرب مناجم الفحم البلجيكية. كانت الأراضي المنخفضة النمساوية (بلجيكا) تدار بحكومة تقدمية يمكنها الحصول على الفحم المحلي بسهولة. ولكن لم تظهر في أي من هذه الأماكن بلدة مثل برمنغهام، والتي كانت بحلول 1785 محوراً للنشاط الصناعي، الذي أثار إعجاب الزوار الفرنسيين والهولنديين على حدٍّ سواء[13]. وقالوا: في تلك البلدة، حتى الناس كانوا يسيرون بخفة ونشاط ووجوههم تؤشر إلى "تنبه مسر". كانت قوة العمل فائقة المهارة تحيك الأنسجة، وتصنع المدافع و"الألعاب" - حتى الأزرار والقِدَر والبناطيل وسلاسل الساعات وأي شيء معدني آخر - بأحجام لم يسبق لها مثيل. وبحلول عام 1800 انفجر عدد سكان البلدة، وكذلك الفقر فيها، بسيل من العمال الجدد الذين يبحثون عن عمل لدى الرأسماليين الصناعيين. وفي التاريخ الذي اخترتُ كتابته هنا أسهبتُ حول عقلية أرباب العمل، وليس عن مساوئ العمالة، لأنه حتى تفهم الأخيرة عليك أن تقدِّر كيف استطاع الوكلاء البشر أن يولِّدوا الظروف الإيجابية جداً لأنفسهم. لقد أدت العديد من القوى التاريخية إلى إحداث برمنغهام، وشراكتها الأكثر شهرة، تلك التي نشأت بين مصنعيّ محركات البخار، **جايمس واط وماثيو بولتن**، وهنا سنناقش هذين الشريكين المهندس ورجل الأعمال

المبادر، كمثلين يحتذى بهما. وعندما ننقب في رسائل عائلة **واط** ومذكراتها، تظهر كل القوى الاقتصادية المعروفة جيداً للمؤرخين: أخذ الربح، كلفة العمالة، الطلب على موارد جديدة للطاقة، والسوق العامة للاستهلاك لكل شيء، من البخار إلى قطع العملات المعدنية نفسها (والتي كان **بولتن** في الواقع ينتجها بكميات كبيرة ضمن أعماله في المعدن)[14]. ولكن تابع القراءة. كانت عائلة **واط** تظهر عالماً ثقافياً واسعاً من القيم الدينية، والعقائد السياسية، ومعرفة الذات، وعلم النفس، وأهم من كل ذلك بالنسبة إلينا، المعرفة العلمية التطبيقية، والمواقف والتصرفات المعتمدة على المعرفة. ومن كل العلوم الجديدة التي أتت من القرن السابع عشر والتي استقرت في المواقع الصناعية الجديدة، كان علم ميكانيك **نيوتن** والكيمياء الجديدة العلمين الأهم والأكثر فائدة في الصناعة. وفي هذا الكتاب المختصر سنركز بشكل كامل تقريباً على علم الميكانيك؛ لأن الكيمياء تحتاج إلى كتاب آخر.

وكما عرف **واط** بشكل جيد، كان علم الميكانيك يتعلق بحركة السوائل والأجسام الصلبة، وبوزن وضغط مختلف المواد، وبالأجهزة الميكانيكية، والمضخات، والعتلات، والأوزان، والبكرات، وكذلك بالكهرباء والضوء. وفي القرن الثامن عشر - وبفضل أعمال **نيوتن** - أصبح علم الميكانيك جسماً منظماً من المعرفة التي يسهل الوصول إليها. وأهم من ذلك، أصبح شيئاً مثل الحماسة العارمة. فأشخاص مثل **ماثيو بولتن** وأصدقاؤه كانوا يدفعون بسخاء للذهاب إلى المحاضرات، أو لرؤية تجربة كهربائية، أو لمشاهدة لعبة ميكانيكية ترقص أو تلعب آلة موسيقية.. وفي بريطانيا، ثم بعد ذلك في القارة كلها، بدأت تبرز شخصيات ثقافية: محاضرون طوافون، ومهندسون مدنيون متميزون عن

المهندسين العسكريين، ورجال أعمال مبادرون ذوو معارف عملية أو ميكانيكية، مثل: **جوسيا ودجوود** Josiah Wedgwood (ذو الشهرة في الخزف الصيني الأزرق) **وبولتن** نفسه، وبعد ذلك المصلحون العلميون الفرنسيون مثل **جان شبتال** Chaptal والتقنيون مثل الأخوين **پرّييه** .Perriers

والأهم لهذا الكتاب، لقد سمح علم الميكانيك للمهندسين ولرجال الأعمال المبادرين أن يتحادثوا وهم يقفون عند منجم للفحم كان يطوف باستمرار؛ أو عندما كانوا يسعون لتقدير أفضل حجم لمحرك بخار سيوضع لتحريك مجموعة من آلات النسيج التي كانت تُحرك سابقاً بالخيل؛ أو عندما كانوا يزيلون الوحل في ميناء، أو يبنون قناة في أراض فيها تلال. كان الذكاء العلمي يعطيهم ميزة على العمال نصف المهرة. كان رجال الأعمال المبادرون الصناعيون، ذوو التدريب في علم الميكانيك، يستطيعون أن يروا كيف تركب مختلف أقسام كامل المعمل مع بعضها البعض؛ وكيف يتم توزيع العمل بدقة بين العمال البشر والآلات لتعظيم الربح؛ وإلى أي حد كان يمكن استحصال المزيد من العمل من البشر باستخدام العتلات، وكذلك بالقوة البشرية الفظة. وقد قال جاسوس فرنسي عن أنماط العمل الإنكليزية: "ليس هنالك من بلد حيث توزع العمالة كما هنا (في بريطانيا). ليس من عامل قادر أن يشرح لك سلسلة العمليات، حيث أنه كان باستمرار مشغولاً بجزء صغير منها: استمع إليه حول أي شيء خارج ذلك الجزء الذي يعمل فيه وستتحمل الكثير من الخطأ. إن هذا التوزيع له هدف، إذ ينتج عنه يد عاملة رخيصة، وامتياز في العمل، وضمان لملكية المصنّع"[15]. وقد نكون راغبين في أن نقف في صف العمال في هذه الدراما، ولكن علينا أن نعي أيضاً أن واحدة من الطرق التي كان العامل (أو كانت) يستطيع

فيها الهرب من ضجر العمل الآلي كانت إما بالبقاء في المنزل أو أن يصبح ماهراً بالقضايا الميكانيكية، بحيث يكون مشرفاً على الآلات، أو مشغلاً ماهراً لها، أو أن يصبح رجل أعمال مبادر صغير بعض الوقت. فقد كان يدفع أقل للعمال غير المهرة أو للحرفيين؛ وبحلول عام 1820 كان هؤلاء في طريقهم للزوال.

إن علوم حركة السوائل وميكانيك السوائل الجامدة وميكانيك حركة الهواء - وكل فروع علم الميكانيك - قد لا تشد الأفكار المبدعة والطموحة الأوروبية والأميركية اليوم، لكن في كوريا المعاصرة تعطى المهارات الميكانيكية قيمة عالية، وتتم المشاركة في المسابقات العالمية للاختراعات في علم الميكانيك بحماس، وغالباً ما تربح. ومن المنظور الثقافي يبدو الكوريون في أواخر القرن العشرين مشابهين قليلاً للصناعيين الإنكليز أو الاسكوتلنديين في أواخر القرن الثامن عشر: فالتعلم التطبيقي يستحوذ على الخيال. إنه (هذا التعلم التطبيقي) يولد ويستخدم كذلك؛ وحوالي عام 1800 أصبح أداة للبقاء على الحياة في السوق وللنجاح في عالم يتصنع.

والتحدي الذي يواجه المؤرخ هو أن يتصور كيف ولماذا كانت المعرفة الميكانيكية وطرق التفكير يؤخذ بها أو تولد من قبل الغربيين ذوي الاهتمام بالمبادرات في الأعمال في القرن الثامن عشر. وبدلاً من النظر في علماء مثل **نيوتن**، وبعد ذلك **لابلاس**، فإن هذا الكتاب يركز بشكل أقل على العبقرية العلمية وأكثر على طبيعة القيم الحضارية- الثقافية ونسيجها الاجتماعي التي كانت ترعى التطبيق والحشرية المنظمة. والشخصيات الأساسية التي ينظر فيها الكتاب هي أولاً أصحاب الرؤى وفلاسفة الطبيعة للقرن السابع عشر، ثم، في القرن الثامن عشر، الساعون وراء الربح، ومروجو التعلم العلمي، والمحاضرون

في المقاهي، والمهندسون المدنيون والكيميائيون الذين تحولوا إلى صناعيين، ورجال الدين المتحررون، وليس أقل من ذلك الثوريون السياسيون، في انكلترا في سنوات الـ 1640 وفي فرنسا في سنوات الـ 1990.

وقد تتعجب لماذا ينظر كتاب - يسعى إلى وضع مساره نحو فهم الأسس الثقافية والحضارية للغرب الصناعي - بشكل أكثر إلى العلماء وأقل إلى التكنولوجيين. لكن الأخيرين، وليس الأوائل، هم الذين تمتعوا باهتمام كبير في الكتب حول عمليات التصنيع المبكرة. ولتصحيح هذا الاختلال كانت المقاربة التي اعتمدت هنا تركز على العلم، لكنها ترى الثقافة العلمية مرتبطة بشكل وثيق مع التكنولوجيا. فكر في توأمين أخوين، ولدا لعائلة متحمسة بشكل خاص للربح وللتحسين: لدى كل منهما شخصية، ونظرات مختلفة، ولكنهما مع ذلك مترابطان بشكل عميق. وسيكون التركيز هنا على شخصية الأخ العلمي. لقد كانت شخصية العالم تفترض عموماً بأن تكون مجردة ومثقفة، مدربة ومصقولة في الجامعة، بحيث تكون فوق أي انخراط في الأعمال الحقيرة لصنع الآلات أو لأخذ الأرباح. وفي الماضي كان التفكير يذهب إلى أن أولئك العمال الوضيعين - الذين علموا أنفسهم بأنفسهم، والذين لم يستوعبوا العلم - هم فقط الذين يتعاملون مع الأخ ذي التوجه التكنولوجي العملي والأقرب إلى الواقع. وبمساعدة هذا الأخير كان العامل غير الماهر ينفذ الطموحات الاقتصادية التي وضعت لكلا الأخوين. كان يصنع الآلات بالتجربة والخطأ؛ وكان ينظف النسيج أو يغزله بمهارة أعظم وأرخص؛ أو كان يطور ببطء وبشكل أفضل رفع العارضات، أو كيفية عمل مكثفات البخار. كل ذلك حصل بالتأكيد. لكن انظر عن قرب أكثر إلى اللحظات الصناعية، وسوف تجد أيضاً أن

التوأم العلمي يدخل اللعب أيضاً، عموماً من خلال علم الميكانيك العقلاني الذي يعلم في الكتب المدرسية. وتاريخ عمليات التصنيع المبكرة، بشكل عام، أغفل التوأم الذي تفرع من كتاب *برنسبا* لـ **نيوتن**[16]. وفي الحقيقة، إن التأريخ الرسمي الأقدم حول العلم والتكنولوجيا كان يفترض أن علاقة النسب بينهما (العلم والتكنولوجيا) كانت بعيدة؛ كانا أولاد أعمام عن بعد على أحسن الأحوال. ولوضع علاقة النسب مكشوفة بطريقة أخرى في هذا الكتاب: إن الثورة العلمية كانت على علاقة مع الثورة الصناعية أكثر مما كان يُفترض عموماً.

فالثورة العلمية - وهو مصطلح اخترع فقط في أواسط القرن الثامن عشر - تصف الإبداعات المبكرة الفكرية والمحددة. وفي عام 1543 كان **كوبرنيكوس** يجادل، رياضياً وبلاغياً في كتاب *حول الدوران في الأفلاك السماوية* (De revolution bus orbium coclestium)، بأن الشمس تقع في مركز الكون. وفي الجيل اللاحق، قام **كبلر** Kepler بوضع أفلاك حركة الكواكب؛ ومعاصره **غاليليو** اكتشف المفاتيح للحركات المحلية للأجسام التي تتجه في حركتها نحو الأرض. وفي سنوات الـ 1660 قام **روبرت بويل** Boyle في انكلترا بتحسين كامل لمضخة هواء تُظهر بشكل مقنع تماماً وجود الفراغ، واكتشف قوانين الغازات، ووضع القواعد الأساسية للمناهج التجريبية للبرهان على القواعد العلمية من خلال التكرار المشابه. ومعاصره **إسحاق نيوتن** (1642-1727) أثبت قانون الجاذبية الكونية في كتابه *المبادئ الرياضية للفلسفة الطبيعية* Philosophiae Naturalis Principia Mathematica. ومن ذلك، أثبت أهمية قوانين **كبلر** الكوكبية وتوسع في علم الميكانيك لـ **غاليليو**. ونتيجة لذلك، وفي فقرة واحدة، يمكن وضع الخطوط العريضة المتناثرة لقصة معقدة جداً.

لكن هذه الخطوط العريضة ليست قريبة أبداً من أن تثير الاهتمام الـــذي يثيره التاريخ الذي تشير إليه. فلأسباب ما زلنا غير قادرين على فهمهـــا تماماً، كانت العلوم الغربية التي تعتمد على صورة الشمس في المركـــز من الكون، وحركة أرضنا، علوماً تختلف عن ما كان يمكن أن يـــوجد في حضارات أخرى في نفس الوقت. وتطبيق الرياضيات على الـــسماوات سمح لصورة الشمس في مركز الكون أن تتحدى "المنطق العـــادي السائد"، ما كانت الإنسانية ترصده يوماً بعد يوم. وقد عالج العلم الجديد أيضاً الرصد المرقابـــي للأجسام المرئية المتحركة في السماء والـــتفحص الدقيق بالعين لحركة الأجسام المحلية هنا على الأرض[17]. والـــبروتوكولات العلمية الجديدة وفلسفتها كانت تتطلب أن توصف نـــتائج الأرصـــاد تبعاً للقوانين الميكانيكية بشكل عام، أي، من خلال الـــتلامس الفعلي بين الأجسام، والجذب والدفع (بينها) خلال الحركة، أو عـــندما توضع في الحركة. كذلك فقد ارتقى العلم الجديد بالتحليل الرياضي إلى ارتفاعات غير مسبوقة في الأهمية. ومتأثرون بعمق بالبحث عن القوانين الكونية المرتبطة بالأفلاطونية الجديدة *لعصر النهضة*، سعى قـــادة الـــثورة العلمية وراء القوانين الطبيعية الكونية. وبعد صقلها إلى منهج، وفرت الطريقة التجريبية - من خلال التكرار المشابه - أسلوباً لإثبات أو رفض أي ادعاء حول كون أي قانون سليم بشكل كوني.

وتـــستمر الأســـئلة التي أثارتها *الثورة العلمية* إلى هذا اليوم: لماذا وجـــدت النخبة الغربية العلوم بهذه الجاذبية؟ كيف صالحوها مع الإيمان الـــديني؟ وليس أقله، كيف تمّ انتقاء بعض سمات العلم الجديد وأعطيت تطبيقات ميكانيكية لحاجات صناعية وتكنولوجية محددة، لإنجاز التأثير الـــذي لا سابق له في السيطرة على البيئة الطبيعية؟ وستبقى الإجابات التي أعطيت لمثل هذه الأسئلة الكبيرة مثار جدل دائم.

ويـثير بعـض المؤرخين اليوم قضية حول كلمة "ثورة" وتطبيقها على التحول في التفكير العلمي الذي كان له نوبات وبدايات، كثيراً ما ترافقت مـع عناصر سحرية وصوفية "تعايشت" مع العمل في المختبر والتجمـيع المنتظم[18]. وهم يعترضون بأنه قبل عام 1800 كان لطريقة التفكير العلمي والوجود في هذا العالم تأثير ضعيف على حياة الأكثرية الأوسع من الأميركان-الأوروبيين أو على مستعمراهم. ولكن أحياناً، كانـت نخـبة صـغيرة تقوم بثورات فكرية، حتى لا نذكر الثورات الـسياسية. ولـدى أولـئك الذين كانوا يستهلكون المعارف العلمية الحديثة - والذين التحقوا بمئات من الأكاديميات الجديدة، وقاموا بتقديم مـساهمات أصـلية مهما كانت صغيرة، وتفحصوا الميادين المحلية، ثم أصـبحوا "سادة في العلم" أو مهندسين - تنامي اقتناع: شيء ما فائق للعادة حقيقة يحدث. وقد رأى **بويل** الطريقة العلمية كثورة مبكراً، من سـنوات الـ 1650. وبعـد قرن من ذلك، قال الصناعي **جوسيا ودجـوود** إن "ثـورة" في التصنيع كانت في اليد، وألح على أصدقائه للاسـتفادة مـنها[19]. وفي زمن **ودجوود** كان قد تنامى إجماع حول العلم بين المتعلمين. وهؤلاء رأوا الطبيعة الثورية للتحول الفكري الذي بـدأ مع **كوبرنيكوس** وتدعم بشكل متألق مع **نيوتن**. وبقدوم سنوات الـ 1820 أصـبح الاقتناع عاماً بحيث أنه في ذلك الوقت، حتى في الـصناعة - خاصة في صناعة القطن - كانت ثورة جديدة قد بدأت تحصل[20].

وقـد أعطت عملية استيعاب ثقافية-حضارية العلم سماته الثورية. وقـد أكمل التنوير في القرن الثامن عشر هذا الاستيعاب، وجعل من الـتقدم العلمـي بنداً في الإيمان الغربـي. وحتى فترة قريبة جداً كان الغربيون يؤمنون أن العلم والتكنولوجيا لا يوفران فقط نظماً من المعرفة

الحقيقـــية علـــى المستوى الكوني، ولكنهما يوفران أيضاً التقدم المحتم، المـــادي والـــثقافي. وتنتهي القصة التي يرويها هذا الكتاب عندما عند المـــرحلة الـــتي أصبح واضحاً فيها للجميع ما هي التغيرات غير العادية والثـــروة الذي كان يحققها الإنكليزي من خلال التصنيع والمواصلات، ومـــن مـــنظور ثقـــافي، انتهت *الثورة الصناعية* عام 1815. ففي ذلك الـــتاريخ أدركت الحكومات والنخب المتعلمة في كل الغرب أنه لا بد مـــن تعلـــيم العلوم الأساسية لأكبر عدد ممكن من الناس، وبأن التعليم العلمي كان ضرورياً بشكل حرج لكسب السباق الصناعي، ولتحقيق الثروة الوطنية والقدرة السياسية.

ولا يـــستطيع كـــتاب صغير أن يحقق إلا شيئاً محدوداً. وهنا، أنا أحـــاول أن أشرح لماذا وكيف قاد **كوبرنيكوس ونيوتن** – والعديدون غيرهم من غير المشهورين الآن من فلاسفة الطبيعة (لاستخدام المصطلح الـــذي كانـــوا ســـيفهمونه) – التجارب التي اختاروا أن يتابعوها، أو الإشـــكالات الرياضية أو التقنية التي استهلكت اهتمامهم. وكما تثبت قائمـــة المـــراجع، هنالك اليوم العديد من الروايات التاريخية للإنجازات الكـــبرى *للـــثورة العلمية*. وبدلاً من ذلك أنا أريد أن أعرف – ضمن الإطـــار الـــثقافي المحدد والمتطور – كيف غيَّر الانتقال من علم القرن الـــسابع عـــشر إلى عملية التصنيع في أواخر القرن الثامن عشر القيم والآفاق للغربيين وإلى الأبد.

M.C.J.

(مارغريت س. جاكوب)

جامعة بنسيلفانيا

تموز 1996

الجزء الأول

الأسس الفكرية والثقافية

الفصل الأول

العلم الجديد وجمهوره الجديد

كمـــا عرف كل معاصري **كوبرنيكوس**، لم يكن من البديهي أن الأرض تتحـــرك. وبالفعل لقرون قبل ذلك، كان معظم الناس يعتقدون أهم كانوا يقفون على أرض كانت مثبتة غير متحركة؛ كانت الشمس وكـــل الكـــواكب تدور حولها. كان الفلكي الإسكندري **بطليموس**، الـــذي مات حوالي القرن 178 قبل الميلاد، قد وضع حكمة الجغرافية المركـــزية، والأرض مركزها، في كتاب واحد عظيم/المجسطي، وكانت بـــراهينه حـــتى القـــرن الـــسادس عشر ما زالت تبدو منطقية بسمو. وبالتأكـــيد كـــان يـــبدو بديهياً أنه، "إذا كان للأرض حركة واحدة مشتركة مع باقي الأجرام السماوية... فإن كل الأشياء الحية والأشياء الثقـــيلة إفرادياً كانت ستترك وراءها معلقة في الهواء؛ وكانت الأرض نفـــسها ستقع بشكل سريع خارج السماوات تماماً"[1]. كان **بطليموس** قـــد كتب حساً عاماً سائداً عندما قال بأنه لو كانت الأرض متحركة لتـــركت الـــناس عالقين في الهواء خلفها. ويقدم الجزء الأول من هذا الكـــتاب الخطوط العامة لاستبدال هذا الحس العام السائد حول العالم الطبيعي بمفهوم غير عام للطبيعة على أنها موحدة وممكننة.

والحـــس بأن أرضاً متحركة كانت ستقع خارج السماوات كان منطقياً عام 1600 ولكن ليس في 1700. ففي ذلك التاريخ كان العديد مـــن الغـــربيين المتعلمين، وبشكل خاص في شمال وغرب أوروبا، وفي

المستعمرات التي تتكلم الإنكليزية، قد تركوا نظام بطليموس إلى نظام **كوبرنيكوس** المركز حول الشمس. وقد حرك هذا الانتقال التدريجي إلى كون **كوبرنيكوس** ما كان قد أصبح ثورة في الطرق التي كان الغربيون المتعلمون ينظرون فيها إلى الطبيعة، المادية والإنسانية. فالفهم العام السائد المرتكز على ما تراه العين فقط توقف عن أن يكون كافياً، وكذلك توقف الخوف البسيط والرهبة من سطوة الطبيعة. ومكان كل هذا أصبحت الطبيعة مروضة فكرياً؛ ويمكننا القول إنها كانت "قد جُعلت طبيعية". كانت حركات الأجسام والقوى المؤثرة عليها قد التحقت بعالم المعرفة، ولو بشكل مجرد، أصبحت بنوداً في عالم مزدحم كان قد تمدد بحلول عام 1700 ليضم صوراً من القارات الجديدة وأقوامها، وكذلك التأثيرات المسيطرة لبيروقراطيات الدولة، والشبكات التجارية التي انتشرت عبر الأطلسي. وكانت كل هذه الاكتشافات عن الطبيعة والبشر تتراكم في تحد للمعتقدات المسيحية القويمة ولرجال الدين، الكاثوليك والبروتستانت، الذين كانوا يدعمونها. ومع هذه العلوم الجديدة - التي انطلقت مع **كوبرنيكوس** ثم تزايدت مع **غاليليو وديكارت ونيوتن وبويل** - جاءت ثقة استثنائية بل غطرسة أيضاً. لقد عرف الغربيون أكثر عن الطبيعة؛ والبعض منهم ادعوا أن هذا جعلهم أفضل من غيرهم من الشعوب والحضارات[2].

وقد قام قسيس عالم من بولندا، وليس مستكشف بحار، بإرساء التحول في الفهم الغربي للطبيعة على الخط السليم. فقد استفاد **كوبرنيكوس** (1473-1543) من كونه قد تعلم في جامعات **النهضة** الإيطالية حيث، بالتأكيد تقريباً، كان قد عرف عن الأفكار الأفلاطونية الجديدة وكذلك، بالطبع، عن فيزياء **أرسطو**. وعندما عاد إلى بولندا حيث أمضى حياته (والتي لا نعرف عنها سوى القليل)، أصبح

كوبرنيكوس مديراً كنسياً ومحامياً وفلكياً غير متفرغ. وهو يبدو كمرشح بعيد الاحتمال لشرف البدء - بما أصبح يعرف بعد ذلك بنظرة إلى الوراء وبعد عدة قرون - بـ *الثورة العلمية*.

فالنهضة الثقافية الإيطالية، التي كان محركها الفن والفلسفة لقدماء الإغريق والرومان وكذلك الانبهار بالعلوم العربية، كانت قد عززت علوم الرياضيات. وكان لحركة إحياء الآداب الكلاسيكية، التي تعرض لها **كوبرنيكوس**، عدة وجوه: مدنية وموجهة للخدمة العامة؛ وفلسفية أفلاطونية جديدة موجهة لاستعادة مبادئ التماثل؛ والتناغم، الكمال الإلهي المنزرع في القدرة اللامتناهية **للخالق**. وكانت تربية **كوبرنيكوس** العلمية الملهمة بحركة الإحياء الإنسانية هذه قد علمته أن الحقيقة حول الطبيعة تكمن في الأناقة الرياضية المجردة. وقد نما عنده علم الفلك مباشرة من ثقافة **النهضة**، وكذلك من دراسة القدماء، **أرسطو وأفلاطون وبطليموس وأقليدس**.

مراهناً على الحقيقة الكاملة العظيمة للبرهان الرياضي، بدلاً من الحسي، ومبكراً منذ سنوات الـ 1520، قام **كوبرنيكوس** بوضع الشمس في مركز الكون. وفي قفزة خيالية واحدة أنجز **كوبرنيكوس** أناقة رياضية أعظم وأبسط من تلك التي كان قد قدمها **بطليموس** قبل ذلك بحوالي 1500 سنة. وعدا هذه البساطة والأناقة فإن قفزة **كوبرنيكوس** لم يكن لها سوى القليل من معنى، في ذاتها. فهي قد فتحت السماوات للتدقيق الحسابي، لأن مركزية الشمس ألغت العديد من الدوائر ضمن الدوائر، أو الدوائر التداورية(*)، التي كان على بطليموس أن ينسبها للكواكب المتحركة ليفسر مواقعها السماوية في قربها أو بعدها عن الأرض. لكن لم يكن لدى **كوبرنيكوس** أي برهان أكيد على الكون

(*) الدوائر التي تدور مراكزها في دوائر. [المترجم]

المركز حول الشمس. وعندما نشر أفكاره في النهاية عام 1543 اعتمد بدلاً من ذلك على البلاغة اللغوية: "لماذا إذاً نحن نتردد في منح الأرض الحركة التي تتواءم طبيعياً مع شكلها الذي هو كرة، بدلاً من وسم هذه الحركة لكل الكون الذي لا نعرف حدوده ولن نستطيع معرفتها؟ ولماذا علينا أن لا نعترف، بالنسبة للدوران اليومي، أن المظهر ينتمي للسماوات، في حين أن الحقيقة لهذا الدوران هي للأرض؟".

وفي عام 1543 سأل **كوبرنيكوس** سؤالاً جيداً حول تردد معاصريه في قبول مركزية الشمس. وقد ارتكز سؤاله على نفس الفلسفة التي استخدمها مؤيدو **بطليموس**. فالمفاهيم الأرسطوطالية كانت تقول إن الأجسام الكروية تدور بشكل طبيعي في دوائر تبعاً لـ "أشكالها"، التي هي كرة. وقد احتفظ **كوبرنيكوس** بالحركة الدائرية **لأرسطو**؛ كل ما أراده هو جعل الكواكب فقط تنخرط في هذه الحركة. وقد تخلى **كوبرنيكوس** عن **أرسطو** في ناحية واحدة فقط. فأسلوب **كوبرنيكوس** كان يعبّر عن الاستعداد للتحرك بعيداً عن مظاهر السماوات إلى البحث عن حقيقة مجردة تحت هذه المظاهر. وبعد ذلك، أخذت مجموعات متزايدة من الفلكيين وفلاسفة الطبيعة وصولاً إلى **إسحاق نيوتن** (المولود 1642) تنخرط في نفس البحث. كان هذا يعني دائماً أن **أرسطو** – الذي كانت فلسفته تدعو دائماً للحفاظ على المظاهر وتعمل انطلاقاً منها – كان سيتم التخلي عنه.

وتحدي أي مظهر **لأرسطو**، كما كان يفسر من قبل رجال الدين في العصر الوسيط، كان يثير عدداً من القضايا المعقدة. ففلسفة **أرسطو**، التي تمّ تحويرها بشكل واسع من قبل الفلسفة المسيحية "السكولستيكية"(*)

(*) Scolastics للفلاسفة اللاهوت من أتباع أرسطو الذين سادوا في القرون الوسطى. [المترجم]

التي كانت سائدة في العصر الوسيط، كانت هي الحكمة المنتشرة لأساتذة الجامعات ولرجال الدين المبشرين في نفس الوقت. كانت واحدة من الأسس الفكرية التي كان يرتكز عليها اللاهوت الكنسي. وبالطبع، لم يكن أسلوب الجدل "السكولستيكي" ينجح دائماً خارج حدود الجدل الجامعي والقياس المنطقي. فالناس لا تتكلم بالنظريات على العموم. لكن النظريات كانت مكونات أساسية للمسيحية الصارمة فكرياً، كما تفسرها المناهج السكولستيكية. كانت الأرسطوطالية تخبر عن أسلوب ومضمون لما كان مثقفو الكنيسة الطليعيون يدرّسونه، وكانت سطوتهم عظيمة.

ومع ممارساتهم لمنطق متميز، كان رجال الدين السكولستيكين يستخدمون **أرسطو** ليحفظوا الانقسام المسيحي الأساسي بين الجسم والروح، مؤكدين له بعقيدة الأشكال غير المادية. كانوا هم الوحيدون الذين يعطون الشكل والمعنى للمادة الجامدة في الوقت الذي كانوا يسمحون به لمادة الجسم، مثل الخبز، بأن تتحول من قبل القسيس إلى جسم المسيح. وفي القداس كان **القربان المقدس** يحتفظ بشكل الخبز، لكن روحه، صورته، كانت تصبح إلاهية. كانت الصورة تُضفي معنى للطبيعة؛ كانت حركة الجسم تُوجَّه بهدف الإفادة؛ فالأجسام الثقيلة تقع إلى الأرض، مثلاً، لأن من طبيعة الثقل، المضفى عليه عبر الصورة، أن يسعى نحو ما هو أثقل. ويندفع الماء ليملأ الفضاء لأن الطبيعة تمقت الفراغ. مسلحين **بأرسطو**، كان من السهل نسبياً على اللاهوتيين المسيحيين أن يجادلوا بأن الله منح الطبيعة غايتها وهدفها.

وانطلاقاً من الأهمية الممنوحة **لأرسطو وبطليموس**، كان المعنى سليماً بالكامل - خاصة بغياب نظرية شاملة تفسر حركة الأرض - للمقاومة الشرسة لحركة الأرض التي لا يستطيع البشر بالتأكيد، في

حينه واليوم، أن يشعروا بها. وبالرغم من جاذبيته البلاغية، فهم **كوبرنيكوس** تماماً لماذا قاوم معاصروه المتعلمون بقيادة رجال الدين، ولماذا وضعوا إيمانهم في قرون من التعلم الذي وضع الأرض في مركز كون مغلق، محاط بأجسام مضيئة، كواكب مرئية بسبب نورها ولكن ليس لها حقيقة مادية.

وكان نظام **بطليموس**، أو النظام الهندسي، ينجح بشكل معقول نسبياً، مثلاً، لو كنتَ تحاول أن تبحر في سفينة أو تحسب تاريخ عيد الفصح. كان الفلكيون يضعون الروزنامات لقرون اعتماداً على النماذج الهندسية. كانت رياضياتها معقدة بشكل هائل، لكن النموذج كان يستطيع استشراف مواقع الكواكب. وأهم من ذلك، كان الكون الهندسي يتلاءم تقريباً مع نظرية الخلق المسيحية، التي كانت تضع البشر، وبالتالي الأرض، في مركز الخطة الإلهية. وإزاحة مركزية الأرض كانت تتطلب ما كان **كوبرنيكوس** غير قادر على تخيله. كان هنالك ضرورة لتحول ذهني هائل، احتاج لـ 200 سنة حتى يكتمل، قبل أن ينجح نظام مركزية الشمس، وكل مستتبعاته، في اكتساب قبول واسع بين المتعلمين في أوروبا. كانت إزاحة **أرسطو** و**بطليموس** تتطلب أيضاً جمهوراً جديداً للعلم، واحداً أوسع بكثير من ذلك الذي كان لقرون طويلة حكراً بشكل واسع على رجال الدين.

ابتكار جسور إلى جمهور جديد

وبين النخبة المتعلمة في القرن السادس عشر والسابع عشر في أوروبا يمكننا أن نتعرف على بعض المجموعات المفاتيح التي كان لقبولها أو رفضها للعلم الحديث ما يقرر نجاحه. وقد جرى وضع ذلك بشكل مجرد نوعاً ما في كلمات المؤرخ للكوبرنيكية، "إن ازدهار الصور

الجديـــدة للعـــالم يجب أن يتم اعتباره من خلال نظم ثقافية–اجتماعية معقـــدة"[3]. كان أمراء **النهضة** وبلاطاتهم مثل واحد من هذه النظم. كانـــوا يوفـــرون إمكان الرعاية أو، أهم من ذلك، الحماية والترويج للأفكار الجديدة كما تتلاءم مع سلطتهم. كان البلاط البابوي، والبابا في روما، يشكل واحدة من تجمعات الرعاية الأميرية. وقبيل وفاته عام 1543 أهـــدى **كوبرنيكوس** أطروحته للبابا. ومن غير الواضح إذا كان الـــبابا قـــد قرأها أبداً، ولكن ليست تلك هي النقطة: كان النفاذ إلى الـــسلطة الـــبابوية مـــرغوباً بشكل كبير من قبل العديدين من فلاسفة **النهضة** وأصحاب المذهب الطبيعي المتأخرين.

ولكـــن بعد أقل من نصف قرن على وفاة **كوبرنيكوس**، أخذ رجال جدد (وبعض النساء) يلتحقون بالصحبة المختارة لذوي الثقافة العالـــية، مشكلين بذلك جمهوراً جديداً ومتوسعاً للعلم. ومع زيادة الـــتجارة عبر كل أوروبا، أخذ التجار الأغنياء في مطلع القرن السابع عشر يطبقون الرياضيات البسيطة على أعمالهم اليومية؛ أخذوا يزنون البضائع ويحفظون الحسابات. وقد توجه **غاليليو** – الذي أصبح أشهر كوبرنيكي في القرن السابع عشر – إلى مصالح هؤلاء التجارية عندما جـــادل أن مقاربته الهندسية للفيزياء كانت تأخذ بعين الاعتبار العالم الحقيقـــي للأجسام المادية المستخدمة في الحياة اليومية. وعندما كان يتـــسلل خطـــأ إلى فيزيائه، كان يفسر ذلك لقرائه بأن القائم بالعمل التجريبـــي هو مثل "المحاسب الذي لا يعرف كيف يُحافظ على دقة الحـــساب"[4]. كان **غاليليو** يفترض أنه سيكون من غير الممكن إلى درجـــة واسعة التفكير بأن لا تحمل تجريداته علاقة مع الحقيقة؛ تماماً كمـــا ســـيكون من الغريب "للحسابات والكسور العددية... أن لا تـــتطابق مع التجسيد الواقعي للذهب والفضة والبضاعة"[5]. كانت

التطبيقات التجارية العامة المتزايدة للرياضيات على الأجسام المستخدمة في الحياة اليومية وحركاتها قد شجعت على نمو علوم الرياضيات والميكانيك.

وبحلول عام 1600، خصوصاً في الأراضي المنخفضة وإيطاليا وجنوب انكلترا، كان التجار أو الأرستقراطيون ذوو التوجهات التجارية يشترون المزيد من الكتب ويقرؤونها؛ وفي بعض المدن كانوا يسيطرون على الحكومة المحلية أيضاً. كان العلميون والفلاسفة يسعون للحصول على رعايتهم. وقد تودد **غاليليو غاليلي** (1564–1642) للأرستقراطية التجارية وللبلاطات في المدن-الدول الإيطالية؛ وعندما شعرت المجموعة الأكثر عرضة للخسارة، وبالتحديد رجال الدين، بأن خسارته تهددهم، لجأت إلى المنابر الكنسية لشجبه أمام الجمهور الواسع. عندها لاحظ **غاليليو**، ربما مبكراً قبل أي شخص آخر، أنه كان في غاية الأهمية الحرجة أن يحظى باهتمام جمهور جديد.

وفي أي رهان لاكتساب أتباع، كان لدى رجال الكنيسة ميزة مسبقة. كانوا اللاعبين الأهم في الحياة الفكرية الأوروبية. وكما اكتشف **غاليليو**، كان التجار والأمراء جميعاً أقل مهارة في التجريد الفلسفي مقارنة بما كان عليه الإكليروس كمعلمين ومبشرين. كان الإكليروس، الكاثوليكي أو البروتستانتي، متعهدي الكلام المكتوب أو المحكي. كانوا يسيطرون على كل الجامعات والمنابر الكنسية، وفي كثير من الحالات كانوا أيضاً يسيطرون على حق النشر؛ كان الخطاب الثقافي، وبالتالي لغة الفلسفة الطبيعية بالذات، ميدانهم لقرون. وعندما كان رجل الكنيسة المتعلم جيداً يتكلم على المنبر كان يترجم افتراضات ماورائية معقدة عن الكون وعلاقته بالألوهية إلى اللغة اليومية لأهل التقوى الدينية. وإذا لم يستطع الإكليروس القيام بهذه الترجمة – أو هم

لم يقوموا بها - فإن لغة الفلسفة الطبيعية، وباختصار اللغة التي أصبحت لغة العلم الجديد، كانت ستصبح منفصلة عن لغة التدين العام المنتشر. كانـــت لغـــة الرياضـــيات دائماً خارج المعتاد، يمتلكها عموماً أولئك الموهوبـــون فـــيها. لكنه كان من الممكن جعل اللغة الفلسفية الوصفية والبلاغية عن الطبيعة مفهومة، على الأقل من المتعلمين. لكن كان لا بد أن يقوم أحدهم بالترجمة.

وبدون مساعدة من الإكليروس كان القليل فقط من العلم الجديد قـــابلاً للتعلم من قبل الأميين أو أنصاف الأميين؛ حتى المتعلمين كانوا يـــتطلعون إلى إرشاد من الإكليروس، أو على الأقل، كانوا يقلقون إذا قـــام الإكليروس بمهاجمة الأفكار على أنها خارج التقوى أو غير إلهية. وفي الـــبلدان التي احتضن فيها الإكليروس العلم الجديد، أو على الأقل كانـــوا محايدين تجاهه، كان العلم يزدهر. وحيث بقي العلم متهماً أو مـــضطهداً، كما حصل في أجزاء من أوروبا الكاثوليكية التي سيطرت عليها محاكم التفتيش، كان الركود الفكري نسبياً للعلم هو الثمن الذي دُفع.

وعقـــداً بعد عقد منذ عام 1600، أخذت تتنامى الثقة في مركزية الـــشمس. وشـــجعت بيانات الأرصاد الجديدة والصياغات الرياضية الجديـــدة لحـــركة الكـــواكب علـــى اســـتخدام انتقائي لرياضيات **كوبـــرنيكوس**، بدون القبول بالضرورة بافتراضه الثوري الذي يقع في قلب هذه الرياضيات[6]. وببطء، وبشكل مناسب - ولكن، بنظرة إلى الـــوراء، بشكل كان لا يمكن تجنبه - أصبح التعلم الجديد، المترجم من اللاتينـــية إلى كـــل اللغـــات الأوروبـــية الأساسية، ميداناً للمثقفين، المـــستهلكين للكتب والبضائع. ومع انتشار التعلم العلمي، كان تأثيره زيـــادة المسافة بين ما كان يعتقد به غيرُ المتعلم، وما يعتقد به المتعلمون

الـــذين كانوا يصنعون الثقافة العليا، التي أصبحت في ذلك الوقت هي "السائدة" حول الطبيعة والسماوات.

وتحـــت تأثير العلم أخذ يتنامى الانقسام، في الحداثة المبكرة، بين الأكـــوان الثقافية للفقير وللمرفه. وبالفعل كان العلم ومركزية الشمس مـــن العناصر التي أثرت في ذلك الانقسام. ومع ذلك، في العقد المباشر الـــذي تلـــى موت **كوبرنيكوس**، كانت الدعوة لفهم منفصل مختلف للطبيعة بين الجمهور العام والنخبة تقابل بالريبة، وبشكل خاص من قبل الإكليروس الكاثوليكي. لقد قاتلوا لاستعادة جمهور الأوروبيين المتأثرين بالبروتستانتية إلى الكنيسة. وكانت واحدة من استراتيجياهم الأساسية لما كان يسمى *الإصلاح-المعاكس* تحتضن التقوى الشعبية وتجعل الدين سهل المنال للجميع. وفي اللحظة التي حاول فيها العلميون أن يستقطبوا جمهوراً متزايداً من المتعلمين، كانوا في خطر المواجهة مع تعاليم الكنيسة المـــوجهة للجمهـــور الواســـع. وبالتحديد كان هذا التوتر بين المعرفة المخصصة للمتعلمين وإيمان الجموع الواسعة هو الذي أضعف احتذاب **غاليليو** للمتعلمين.

وفي القـــرن السادس عشر كان هنالك ثلاثة تطورات أدت إلى توســـيع جمهوري الدين والعلم معاً. فالمطبعة والإصلاح البروتستاني روحـــا للـــتعلم، في حـــين أن الثورة التجارية سهلت لرجال كانوا مجهـــولين (ولبعض النساء) إمكانات الوصول إلى المطبعة والمطبوعات المنشورة، لأن ما كانت تقوله تلك المنشورات، سواء حول الدين أو الطـــب أو علـــم الميكانـــيك، كان يباع في عالم يزداد فيه المتعلمون والرفاهية والفرص الاقتصادية. وقد شهد القرن السادس عشر توسعاً في حجم السوق في أوروبا، ما تزامن مع ضغوطات تضخم مستمرة. بكلمـــات بـــسيطة، إن إحداث ثقافة شعبية مفصلة، واحدة كانت

أحـــياناً مارقة ومعادية للحكماء التقليديين، قد تمّ في نفس الوقت مع توسع الفجوة بين الغني والفقير. وكل الأدلة الاجتماعية والاقتصادية التي لدينا عن الفترة التي سبقت مباشرة المواجهة بين **غاليليو** والكنيسة تـــشير إلى زيادة الفقر لدى الغالبية، في معظم أجزاء أوروبا. وعندما يجـــتمع ذلك مع زيادة الرفاهية لدى العديد من النخب الأرستقراطية والتجارية – وبشكل خاص أولئك الذين كانوا قادرين على استغلال أرضـــهم أو أموالهم للاستفادة من الضغوطات الجديدة في السوق – [نلاحـــظ] أن التضخم كان يؤدي إلى زيادة الفجوات الثقافية، كما الاقتصادية(7).

بالإضـــافة إلى ذلـــك، كان **الإصلاح البروتستانتي** – بمعزل عن جاذبيـــته الواضحة لحكام المدن، وبالفعل كذلك لرؤساء الدول/الأمم الجديدة – يوفر للناس العاديين رؤية، هي في طبيعتها في الغالب متعلقة بالألفـــية السعيدة(*) الموعودة، عن نظام مستقبلي يكون أفضل هنا على الأرض. وكانت هذه الرؤية الشعبية للألفية السعيدة – عندما تجمع إلى العقائـــد البروتـــستانتية المتميزة، مثل حتمية القضاء والقدر وانتساب الجمـــيع إلى الكهنوت – تعطي غير المتعلمين مساراً منتظماً يستطيعون مـــن خلالـــه أن يحققوا نظام مستقبل أفضل بدون سيطرة من الكنيسة الكاثوليكية الرومانية على منافذ البركة الإلهية والخلاص الديني.

وسوف نجد أن هذه الرؤية للألفية السعيدة على الأرض، كانت الأســـاس المنطقـــي الهام لقبول العلم الجديد في البلدان البروتستانتية. فالفيلـــسوف الإنكليزي **فرنسيس بايكون** Francis Bacon (1561–

(*) الألفـــية السعيدة: اعتقاد كان سائداً حينها على نطاق واسع يدور حول عودة الـــسيد المـــسيح إلـــى الأرض ليحكم العالم مدة ألف سنة تعم فيها السعادة وينتشر الخير. [المترجم]

1626). وهو معاصر في نفس الفترة تماماً مع **غاليليو**، عرض العلم الجديد كواحد من المسارات التي من خلالها يمكن تحقيق الإصلاح الألفي السعيد البروتستانتي. لكنه قام بذلك في لغة تنكر بالتحديد أي ربط بين الدعوة للألفية السعيدة وثقافة الناس، أو بين العلم والمعارضين المعاصرين للكنيسة والدولة.

وكنتيجة لكل تلك التطورات بدأ ينمو بالتدريج انفصال يتسع باستمرار في العلاقة التقليدية بين القلة والكثرة، في ما يتعلق بالعلم، خلال القرن السابع عشر. فالنخبة - التي كانت بعيدة جداً عن الرغبة في أن تتبنى الثقافة الشعبية السائدة - أخذت تسعى للسيطرة عليها وإعادة توجيهها. والجمهور الجديد للعلم والرعاية التي كان يحتاجها أعطى **غاليليو** فرصة غير مسبوقة لأتباع مثقفين كثيرين. لكن مثل هذا السود، كما سنرى بعد قليل، كان خطراً بسبب مصلحة الكنيسة في التقوى والمعرفة اللاهوتية.

المواجهة بين غاليليو والكنيسة

وفي عام 1616 أدان لاهوت **المجمع المقدس للتفتيش** Congregatio Sanctae Inquisitionis عبارة "الشمس هي مركز الكون.." "Sol est centrum mundi…". وعمموا المرسوم على كل مكاتب **التفتيش** في العالم، ووضعوا كتاب **كوبرنيكوس** حول دوران الأفلاك السماوية في قائمة الكتب المحظورة. وقد قاموا بذلك كرد على رسالة استلموها من **الرهبان الدومينيكان** في فلورنسا Florentine Dominican تشتكي فيها من أن "**الغاليليون**"، أي مجموعة **غاليليو** الأكثر عنفاً [في كلامهم]، كانوا يدرّسون أن الأرض كانت تتحرك. وقبل تلك الرسالة، كان أعداء **غاليليو** من الإكليروس

والأرسطوطاليين قد هاجموه على المنابر الكنسية في المدينة؛ وبالفعل كان هؤلاء الأعداء قد شكلوا مجموعة سرية هدفها المعلن تشويه سمعة **غاليليو** وأفكاره.

وقد شكلت سياسات رجال الدين تجاه السلطة المدنية المحيط الاجتماعي للمواجهة مع **غاليليو**. وكان هنالك أيضاً خلفية فلسفية محددة للدراما. فقط اعتنق **غاليليو** علم الفلك الجديد ليس كفرضية ولكن على أنها الحقيقة حول الطبيعة. كان كفيلسوف واقعياً. وقد آمن **غاليليو** أن: "حقيقة تركيبة الكون كانت تستحق الاستقصاء"، وأن **كوبرنيكوس** كان بالفعل قد اكتشف المعرفة حول "الترتيب الحقيقي لأجزاء العالم"[8]. وبكلمات أخرى كان **غاليليو** يؤمن أن التعبير الكلامي والرياضي لما هو مرئي يمكن أن يتضمن أيضاً الطريقة الفعلية لما هي عليه الطبيعة. وقد امتدت واقعيته إلى علم الميكانيك؛ وقد ازدادت ثقته لأنه كان مختبراً ماهراً، بحيث إنه، مبكراً في سنوات الـ 1580، عمل على إشكالات الحركة المحلية لرقاصات الساعة والقذائف.

وفي عام 1609 نجح **غاليليو** بزيادة تضخيم مقرابه (التلسكوب) بعشرة أضعاف، وبه قام بمسح السماوات. وهنالك رصد لأول مرة الأجرام التي سيتم التعرف إليها بأنها توابع (أقمار) حول الكوكب المشتري؛ وكذلك التضاريس التي تشبه الأرض، من وديان وتلال، على سطح القمر. وقد بدا أن القمر والكواكب تشبه الأرض، وكلها كانت تبدو على أنها تمتلك حركة. كانت الرؤية الميكانيكية المجردة للطبيعة، - أي أن كل الأجسام المادية تتألف من مادة وحركة، وتمتلك شكلاً وحجماً - قد بدأت تقع - كحالة جنينية - ضمن الاستنتاجات التي وصل إليها **غاليليو** في توجهه للتجارب العملية. وبالنسبة لـ **غاليليو** كان عالم الأرسطوطاليين والبطليموسيين قد بدأ يظهر أقل وثوقية.

ومسلحاً بالواقعية كدرع فلسفي وبالثقة المكتسبة من التجارب العملية، وبرعاته الأقوياء في القصور في فلورنسا وروما، نجح **غاليليو** - عضو حركة الإحياء الإنسانية، والفنان، والتجريبي العملي، ورجل الحاشية والعالِم - في تخطي رجال الدين بما يتعلق بموضوع الكوبرنيكية وتداعياتها. وبجداله المفتوح حول التلال والوديان في القمر والبقع في الشمس، كان **غاليليو** قد تبنى بشكل علني نظام **كوبرنيكوس**. لم يعد يعتبره كفرضية في جدال منطقي، ولكنه اعتبر أنه الطريقة التي تعمل بها السماوات. والمواجهة الناتجة عن ذلك بين **غاليليو** والكنيسة أصبحت رمزاً لعصره، وأبعد من ذلك كثيراً، أصبحت رمزاً للمواجهة - التي نفترض أنها كانت حتمية - بين العلم الجديد والمسيحية أو المسيحية التقليدية.

وإلى زمن صدور مرسوم عام 1616 كان **غاليليو** قد حصّل درجة من الاعتراف الدولي. فمبكراً عام 1604 كانت محاضراته في پادوا Padua قد اجتذبت آلاف المستمعين، وفي عام 1610 كان قد نشر أطروحات ناجحة وسهلة القراءة عن جسم جديد - ما كان سيسمى *سوبرنوفا Supernova* - كان قد ظهر في السماوات قبل بضع سنوات من ذلك. وعندما أصبح رياضي القصر لدوق توسكانا، الذي كان يسكن في فلورنسا، كان **غاليليو** يتابع بحثه الجريء عن مؤمنين جدد بالعلم الجديد، ويتودد باجتهاد وتحبب إلى الدوق الكبير. وتبعاً لدوره العام كمبسط للعلم، ولدوره في البلاط كوزير، كان **غاليليو** يتحدى احتكار التعليم العلمي الذي كان يتمتع به مدرسو الإكليروس في الجامعات المحلية. كان العديدون منهم، ربما، لم يتعلموا شيئاً عن علم الفلك بعد اكتسابهم أعمال **أرسطو** *حول السماوات De Caelo*.

كانت كفاءة الإكليروس تواجه تحدٍّ مباشر من العلم الجديد، وبدون مفاجأة شكلوا طليعة الهجوم على **غاليليو** واستخدموا الكتاب المقدس كسلاحهم المباشر. وكما كتب أحد الأرسطوطاليين في فلورنسا، عندما استخدم فيزياء **أرسطو** مقابل **غاليليو** وربطه بالحفاظ على القراءة الحرفية للكتاب المقدس: "كل أهل اللاهوت بدون استثناء يقولون إنه عندما يمكن فهم الكتاب المقدس تبعاً للمعنى الحرفي يجب عدم تفسيره بأية طريقة أخرى". وكان إنذار آخر قد وُجه إلى **غاليليو** من قبل كاردينال في الكنيسة أعلن عام 1612 بأنه يمكن الحفاظ على أفكار **كوبرنيكوس** فقط إذا كنا نفترض أن الإنجيل يتحدث بسذاجة عن عدم حركة الأرض "تبعاً للغة الناس العاديين". ولكن ذلك كان افتراضاً خطراً لأنه كان يدق إسفيناً بين المتعلمين والثقافة العامة السائدة، إسفيناً كانت الكنيسة - التي كانت تعاني من الإصلاح الديني البروتستانتي - ترغب في تجنبه. لكن **غاليليو** لن يتراجع عن افتراض السذاجة الإنجيلية[9].

وفي عام 1615، عندما كان يدافع عن أفكاره وأفكار **كوبرنيكوس** عن الكون، أصر **غاليليو** على أن "تحركية الأرض" هي "اقتراح أبعد بكثير من قدرة العامة على الفهم". كان **غاليليو** يعرف جيداً - وبالفعل كان في النهاية سيُبلّغ شخصياً من البابا - أن معارفه العلمية كانت مقدَّرة بالرغم من مرسوم عام 1616، وبأنه يمكن أن يحتفظ دائماً بفكرة **كوبرنيكوس** كفرضية. لكنه كواقعي كان يؤمن بأكثر من ذلك.

وعلى امتداد حياته المهنية، قبل وبعد إدانته عام 1616، كان **غاليليو** يعتقد أنه يمتلك معرفة خاصة. كان يصر على أن العلم الجديد يُمثّل خطاباً منفصلاً عن لغة الناس العاديين، وبأن الفلسفة الميكانيكية

– فكـــرة أن الجسيمات تمتلك وزناً وقياساً، وأنها في حالة مستمرة من الشد والدفع – كانت تصف العالم الطبيعي أفضل من أي تفسير بديل. وهـــذه الفرضيات، كان يمكن أن يتمسك بحقيقة مبادئ **كوبرنيكوس** وكـــذلك بقوانين علم الميكانيك الجديد. كان مفهوم "الأشكال" غير ذي موضـــوع. كـــان يمكـــنه أيضاً أن يمتلك الثقة والجرأة ليقدم هذه المفاهـــيم إلى النخبة المتعلمة طالباً تأييدهم. وحتى كان يتخيل، ربما، أنه يمتلك السطوة ليؤثر على الكنيسة على أعلى مستوى تسلسلي، في دائرة كان له فيها مداخل متعددة وطويلة. كان **غاليليو**، كرجل بلاط، رجل كنيـــسة أيـــضاً. وبأصدقاء له في تلك الأماكن العالية كيف يمكن أن يكون مخطئاً؟

وبنتيجة ثقته بنفسه كان **غاليليو** يتخيل، مُتأخراً إلى عام 1632، أنـــه كـــان بالإمكـــان أن يُسحب مرسوم 1616. كان يظن أنه كان بالإمكان إيجاد فهم للطبيعة للعامة وآخر للمتعلمين. كان ينتقد بقسوة أولئك الإكليروس "الذين كانوا يبشرون من على منابرهم الكنسية ذاتها بثقة غير مألوفة، بأن الأفكار الجديدة – أي أفكار **كوبرنيكوس** – هي بـــدع وأنهـــا ملعونة، وبذلك كانوا يتسببون بجروح غير نقية ومتهورة لـــيس فقـــط للعقـــيدة وأتباعها، ولكن أيضاً للرياضيات وللرياضيين عموماً"[10]. كان العلم الجديد غير مناسب للنقاش على المنابر الكنسية، وذلـــك تـــبعاً لمفهوم **غاليليو** والبعض من أصدقائه ومسانديه الأقرب للمضمون الحقيقي للتدين الشعبـــي.

وقـــد شـــرح أحـــد أصـــدقاء **غاليلـــيو**، **جـــيُڤاني سِيَمْپولي** Giovanni Ciampoli، له الفجوة التي كان يراها بين فهمهما المشترك للمعـــرفة العلمية وما كان في حينه مناسباً للتعميم على الجمهور: "لم أتكلم لأحد بعد لم يقدّر أنه في منتهى عدم الأهمية للمبشرين أن يرغبوا

بدخول منابرهم الكنسية ومناقشة قضايا عالية ومهنية بين النساء والناس العـــاديين، حـــيث يوجد هذا العدد القليل من الناس المطلعين بشكل جـــيد"[11]. ويجـــب أن نتذكـــر أنـــه في ذلك الوقت كانت رهبنة **الدومينيكان** في فلورنسا قد هاجمت **غاليليو** وأتباعه علناً، وبالفعل كل "الرياضـــيين"، على أنهم يتساوون مع المنجمين. لهذا فهي قد حاولت تلطـــيخ العلـــم الجديد بربطه بالسحر وبالمذهب الطبيعي، وهي عقائد كانت ما زالت موجودة في الثقافة الأوسع. وعلى امتداد القرن السابع عـــشر، كـــان العلم الجديد يسعى لإبعاد نفسه عن تلك العقائد، بشن حـــرب علـــيها بالفعل في بعض الأحيان. وفي دفاع **غاليليو** عن نفسه وعـــن علمه نحن نستطيع أن نرى المرحلة الأولى من نضال استمر لقرن ضـــد الأفكـــار العامة السائدة في الفهم المبسط للطبيعة، والتي كانت موجودة بشكل واسع لدى الجمهور العريض.

وقـــد أظهـــر **غاليليو** علناً المسافة بينه وبين "النساء والعامة" في دفاعاتـــه المخـــتلفة المنـــشورة عن علم الفلك الجديد ضد تضييقات الكنيـــسة. وقـــد جـــادل أنه كان هنالك نخبتان مهنيتان، الرياضيون واللاهوت، وكان على النخبتين كليهما الواجب بأن يعطوا أهمية كبرى لمـــا يقـــال للناس العاديين. فأهل اللاهوت، قال **غاليليو**، كانوا ولفترة طويلة يقولون إن الإنجيل مليء بمقاطع "وضعت... في الكتاب المقدس من أجل جعلها تتناسب مع قدرة الفهم عند جماهير العامة الفظة وغير المتعلمة". لكن هذه المقاطع كانت تحتمل معنى أعمق، المعنى الذي كان دائمـــاً مـــسؤولية أهل اللاهوت أن يكتشفوه. وقد زاوج **غاليليو** بين العلـــم الحديث والتقاليد التفسيرية التي كانت تُبقي المعرفة المعدة للقلة مفـــصولة عن العامة، وغير مناسبة لها. وقد جادل، "وحتى لو أن ثبات الـــسماء وحـــركة الأرض كانـــا أكثر من يقين في أذهان الحكماء،

فسيكون من الضروري تأكيد العكس للحفاظ على الإيمان لدى العامة كثيرة العدد". والموضوع هنا، كما كان **غاليليو** يقدمه، هو خطر البدعة الشعبية: "فالعقول السطحية للعامة" يجب أن تُحمى من الحقيقة حول الكون، خوفاً من أن تصبح تائهة، وعنيدة، وعصية على الحكماء في التزامها بالمبادئ الرئيسية التي هي بالمطلق تتعلق بالإيمان"[12].

وبجداله كما فعل، بأن "المفسرين الحكماء" يجب أن ينظروا إلى أبعد من المعنى الحرفي والعامي للكتابة المقدسة، وضع **غاليليو** نفسه بشكل غير حكيم بتعارض مع مرسوم **مجمع ترنت**[*] Trent (1546) الذي كان يمنع أية محاولة "لتحريف معنى الكتابة المقدسة ضد المعنى التي كانت تحمله الكنيسة الأم المقدسة". كان هذا المرسوم قد صدر كرد مباشر على **الإصلاح البروتستانتي**، وعلى العديد من التفسيرات الإنجيلية التي كانت تقدم من قبل رجال اللاهوت البروتستانت المثقفين، وكذلك من قبل العديد من المذاهب البروتستانتية غير المتقدمة ثقافياً والتي كانت قد أخذت تنتشر في كل أنحاء أوروبا.

كان أعداء **غاليليو** الأرسطوطاليون، يقودهم اليسوعيون المتقدمون علمياً، قد حملوا سلطات الكنيسة العليا على تأييد علم الفلك القديم. وكانوا قادرين على تبني التعاليم المعادية للإصلاح البروتستانتي التي جاء بها **مجمع ترنت**، في وقت كانت الكنيسة تهاب أي من الأصوات الجديدة، بما في ذلك تلك التي كانت تحاول أن تقصر تعاليمها على خطاب للمثقفين[13]. وفي عام 1632 كان **غاليليو** قد قدم للمحاكمة من قبل **محاكم التفتيش**، وفي العام التالي كان قد حكم عليه بالإقامة الجبرية في منزله. ومن تلك اللحظة أصبح كل ما كان ينشره يهرَّب إلى خارج إيطاليا إلى الصحافة الحرة في المدن الهولندية.

(*) مجلس ترنت للكنيسة الكاثوليكية الذي أدان الإصلاح البروتستانتي.

كان قد خسر نضاله ضد خصومه من الإكليروس، وكان غيره من المسيحيين المساندين للمعرفة العلمية، كالفلاسفة الطبيعيين الفرنسيين، مثل **مرسنّ وديكارت**، يرون هزيمته بهذه الصورة بالتحديد. وقد زاره الشاعر الإنكليزي، **جون ملتون** John Milton، في إيطاليا عام 1638 وكتب، "وهناك، كما كان الوضع، وجدت وزرت **غاليليو** المشهور، وقد كبر بالعمر، سجيناً لدى محاكم التفتيش لأنه كان يفكر بعلم الفلك بغير الأفكار التي كان يرخص بها الرهبان الفرنسيسكان والدومينيكان"[14].

ولم تكن المواجهة بين **غاليليو** والكنيسة حتمية بالضرورة، نتيجة حرب لم تتوقف بين العلم والدين. لقد حصلت بدرجة واسعة، بالأحرى، بسبب الظروف التاريخية. فـ **الإصلاح البروتستانتي** كان قد وضع قيادة الكنيسة في قلب المواجهة العقائدية مع الإكليروس البروتستانتي، وكذلك مع المثقفين "المارقين" لتلك الفترة. كان العديدون منهم يسعون بشكل يائس إلى طريقة للخروج من الطريق المسدود الذي نشأ بالانقسام الذي لا يمكن رأبه بين البروتستانت والكاثوليك. وبحلول عام 1600 كانت الكنيسة ترى الأعداء في كل الاتجاهات: البروتستانت، الأقوياء بشكل خاص في شمال وغرب أوروبا، يمتلكون جامعاتهم الخاصة بهم، وحتى كانوا مسيطرين في بعض المدن والدول؛ والشكوكيون المعادون للاستقامة العقائدية من أي نوع كانت، والذين كانوا يتواجدون أكثر الأحيان بين النخب غير الدينية، وبشكل خاص في فرنسا؛ وأخيراً وليس أقلهم، الفلاسفة المارقون، وكثيراً ما كانوا من خلفيات لاهوتية، والذين كانوا يسعون لإحياء تديّن الوثنيين القدماء كأساس يمكن أن يبنوا عليه نوع من الدين الكوني. كان واحداً من هؤلاء الفلاسفة المتنبئين الدومينيكاني الإيطالي

جيوردانو برونو Giordano Bruno، كان يسافر إلى البلاطات الأهم في أوروبـــا داعياً لهذا الإحياء للمذهب الطبيعي الوثني، مع كل روابطه الـــسحرية، كـــبديل للعقائد المستقيمة للبروتستانت والكاثوليك معاً. وكـــان **بـــرونو** أيضاً من الدعاة الروحيين لمركزية الشمس. وفي عام 1600، بطلـــب من **محاكم التفتيش**، تمّ حرق **برونو** على خازوق في روما؛ لكن أفكاره لم تمت معه، مما قد يكون قد جعل الكنيسة الإيطالية تتحسس على **غاليليو** كتابع متأخر لـــ **برونو**[15].

وكنتيجة لكل هذه التحديات لسلطة الكنيسة الكاثوليكية أخذت هذه الكنيسة الحكم بقضايا اللاهوت إلى خارج مجمّع العلماء الحكماء، وأوكلته إلى المؤسسة البيروقراطية في روما، ووضعته بالتحديد في أيدي الإكلـــيروس الإداريين لمحاكم التفتيش. وهذا التحول بعيداً عن مجتمع العلماء الحكماء كمحكّمين نهائيين في القضايا العقائدية - وهي عملية كانـــت قـــد تقدمت كثيراً في مطلع القرن السابع عشر - هو الذي أحدث البيئة التي حصلت من ضمنها إدانة **غاليليو** عام 1633.

وبـــدون هـــذا الإطار من **إصلاح بروتستانتي وإصلاح معاكس كاثوليكـــي**، يكـــون من الصعب جداً تفهم إدانة **غاليليو** وتداعياتها. وبشكل مشابه، فبدون وجود الجمهور الجديد للعلم في مواقعه، لم يكن **غاليليو** قادراً على الوصول إلى حيث وصل إليه في محاولته، في فلورنسا وغيرهـــا مـــن المدن-الدول الإيطالية، لصهر روابط بين النخب المثقفة المدنـــية والعلم الجديد. ولأنه كان ينشط ضمن تقاليد الإحياء الإنساني لعـــصر النهـــضة، مع القلق من سطوة محاكم التفتيش ومسانديها من الإكلـــيروس، كـــان علـــيه أن يبحث عن حلفاء ورعاة في بلاطات الأرستقراطيين، وكذلك بين التجار. كان يجادل بأن العلم كان مناسباً بشكل حصري لمصالح ذلك الجمهور الجديد.

وإذا أخــذنا ما يعرفه المؤرخون اليوم عن تشكل الثقافات المتميزة النخــبوية والمدينية في مطلع العصر الحديث، يكون علينا أن نستنتج أن **غاليلــيو** كان أول علمي لقي إعجاباً لدى أوساط ثقافة مطلعة حديثة الــتمكن، اقتــصادياً واجتماعــياً، وأيضاً، وأهم من ذلك، كان لديه ولدرجة معقولة تمكن دقيق من قيم تلك الثقافة وافتراضاتها[16]. وما لم يكــن قــد قدره، كان السطوة الهائلة **لمحاكم التفتيش** الرومانية. وقد يكون قد فشل أيضاً في إدراك كم كانت تلك البيروقراطية المحلية لمحاكم التفتــيش بعيدة عن - وغير متعاطفة مع - التقاليد الفكرية للاستقصاء العلمــي الحــر، الذي كان قد ازدهر لفترة في جامعات أواخر العصر الوســيط. والتي لم تفكر أبداً بأي تحدٍّ عقائدي للأسس المسيحية، ولا هي شكلت في الواقع مثل هذا التحدي.

كــان أصدقاء **غاليليو** في الأكاديمية العلمية في فلورنسا يعتقدون أيــضاً أنه كان بالإمكان اكتساب الكنيسة إلى جهة مركزية الشمس، حــتى يوضــع العلم الجديد في مركز المعرفة الكاثوليكية. وربما شارك **غاليلــيو** في انــشغالهم هذا، وبالتالي كما تبيّن، في حساباتهم الخاطئة. وبالتأكيد لقد حاول **غاليليو** الحوار حول الحالة الكوبرنيكية ليس فقط على خلفية علمية ولكن على خلفيات لاهوتية أيضاً. وعندما فعل ذلك كان قد أبحر على مسار خطر جداً، ذلك المسار الذي يجتذب جمهوره في الــنخب الإيطالية عندما كان يحاور كمدني (غير لاهوتي) في قضايا كــان اللاهوتــيون يحملــون حولها بشكل قوي ومهني أفكاراً مثبتة. وبــشكل أدق كــان اللاهوتيون يتقصون بعداء نظرية **غاليليو** الذرية للمــادة - الجــسيمات الصغيرة التي تتصادم محدثة التغيرات التي نراها حولــنا - على أنها تهديد للعقيدة المسيحية حول تحول المادة [القربان][*].

(*) المترجم.

كانت تلك العقيدة تقول إن القسيس يمتلك القدرة ليحول الخبز والنبيذ إلى جسم ودم المسيح. وحتى يتم ذلك لا بد من أن تكون الأشكال غير المادية مفصولة عن المادة الجامدة؛ وإلا كيف يمكن للخبز والنبيذ أن يحتفظا بشكلهما المرئي وطعمهما، ولكن يمران بالتحول في مضمونهما؟ ونظرية المادة المتضمنة بعمق في الفلسفة الميكانيكية تجعل "الأشكال" [غير المادية][*] غير ذات موضوع، وبالتالي فهي تقضي على التفسير المقر بثبات لتحول القربان [17]. فعقيدة **القربان المقدس** كانت ستشكل معضلات لكل ميكانيكي كاثوليكي من القرن السابع عشر. لكن أولاً، وأهم من ذلك، كانت مركزية الشمس على قائمة هرطقات **غاليليو**، التي تتناقض مع بعض المقاطع في الكتاب المقدس التي كانت تشير، عرضاً، إلى حركة الشمس.

كانت تلك التوترات والمفاهيم الخاطئة ضمن الكنيسة، وبين **غاليليو** والكنيسة، قد دفعت بالعلم الحديث إلى خارج ميدان الجامعات وخارج المناظرات المعرفية للفلاسفة الطبيعيين. كانت العلوم قد شقت طريقها إلى برنامج العمل الفكري لكل المثقفين الأوروبيين. وما كان يمكن أن يكون قد تبقى مجالاً للجدال بين الخبراء - مثلاً القيمة المستحقة النسبية لنظام **كوبرنيكوس** بالعلاقة مع النظام الهندسي لـ **بطليموس**، أو إمكان مصالحة مركزية الشمس مع تعاليم **أرسطو** - كانت مواضيع قد أصبحت في ذلك الحين عناوين لاهتمامات فكرية واسعة الانتشار. وبالإضافة إلى ذلك الخلاف الفلسفي واللاهوتي بالمطلق، جاء ادعاء **غاليليو** أن الفلسفة الميكانيكية الجديدة تشكل الأساس للمعرفة المتميزة المناسبة للقلة المثقفة فقط. وللتعبير عن دعوته إلى ثقافة نخبة في لغة **غاليليو**، كان العلم يناسب فقط "عقول الحكماء" وليس "العقول الضحلة للعامة".

(*) المترجم.

عناصر الفلسفة الميكانيكية

لقد مضى **غاليليو** في خروجه عن **أرسطو** و**بطليموس** أبعد من القبول ببساطة بحركة الأرض. لقد جعل من فكرة مركزية الشمس مفهوماً ناتجاً بشكل إلزامي للفرضيات الميكانيكية حول الأجسام، كانت النقيض لتلك الفرضيات التي كانت تدرس في كل المدارس والجامعات في ذلك الوقت. بكل بساطة، لقد افترض ليس فقط أن الأرض هي حقيقية، ولكن كذلك كل الأجسام في السماوات التي هي كائنات مادية، وبالتالي فهي تحت تأثير، على الأقل من حيث المبدأ، كل الضغوط والقوى التي تؤثر على المادة الأرضية. وفي جذور نظريته عن المادة، كان **غاليليو** يفترض وجود جسيمات صلبة، غير قابلة للاختراق، هي لبنات البناء للطبيعة؛ كان من أنصار نظرية الذرة. وعلى امتداد القرن كان معظم أصحاب علم الميكانيك هم أيضاً من أصحاب نظرية الذرة، أو الجسيمات، جزئياً لأن مرقاب **غاليليو** كان قد وفر براهين حاسمة على مادية السماوات، وبالتالي اتساق المادة على امتداد الكون. كان تبني نظرية الذرة في ارتباطاته القديمة يعرض افتراضات فلسفية أنيقة يمكنها أن تفسر هذا الاتساق.

وفي عام 1609، ومن خلال مرصده البدائي، إذا نظرنا إلى الوراء، رأى **غاليليو** الأجرام السماوية بوضوح أكثر من أي واحد قبله. لقد تخيل بقع الظلام المعتمة على سطح القمر وادعى أنها وعرة وجبلية. وكان قبل ذلك قد رأى "نجوماً جديدة" بين ما يفترض أنها نجوم ثابتة. كان الأرسطوطاليون يفترضون أن السماوات كاملة، وبالتالي فهي غير مادية ولا تتغير؛ ولكن بوضوح، تبعاً لما كان يراه **غاليليو**، كانوا مخطئين. ولكن كان هناك أكثر من فرضية كمال السماوات من بين ما يجب أن يلغى إذا كانت أرصاد **غاليليو** وتجاربه المعملية الميكانيكية صحيحة.

مـــثلاً، كان **أرسطو** يعتبر وزن الأجسام سمة أساسية ملزمة لهذه الأجسام، وأن ســـرعة الأجـــسام، في سقوطها الحر، تكون متناسبة مع أوزانها. **غاليلـــيو** جادل أنه في حالة الحركة، تسقط الأجسام بسرعات تتحدد لـــيس تـــبعاً لأوزانها (أو أشكالها) ولكن تبعاً للمقاومة التي تلقاها في الهواء. باختصار، إن السرعة فعلياً تزيد في "عزم وقوة الوزن". والسرعة كمـــا المقاومة، يمكن قياسهما. وفي كلمات وضعها هو، "إن المادة أو الجوهر الجسيمي... له حواف وشكل... هو في هذا المكان أو ذاك... هـــو متحـــرك أو ثابت، ... وهو يلامس أو لا يلامس جسماً آخر"؛ وبالـــرغم من كل الجهد للتخيل، ادعى **غاليليو** أنه غير قادر على فصل جـــسم مـــا عن مثل هذه الصفات الأولية. لكن الوزن والمذاق واللون والـــرائحة هي كلها ما سماه **غاليليو** صفات ثانوية، ويمكن تخيلها غير موجودة: "أنا أعتقد أنه لا يوجد شيء في الأجسام الخارجية... ما عدا الحجم والشكل والكمية والحركة"، (*Il Saggiatore* 1624). وفي الكون الذي بناه **غاليليو**، وغيره من الفلاسفة الميكانيكيين الذين كانوا معاصريه، كانـــت مركزية الشمس جزءاً واحداً فقط من مفاهيم كلية أوسع. وفي مركز هذا الكل يقع الافتراض بأن الأجسام والحركة - وهي كلها أشياء قابلـــة لتطبيق الرياضيات عليها ومراقبتها - هي مواضيع يجب أن يركز العلـــم الحـــديث علـــيها الاهتمام الآن. وبهذا المعنى الأساسي، مسنوداً بالفلسفة الميكانيكية، قاد **كوبرنيكوس** إلى اختراع محرك البخار.

ولكن قبل أن يصل الغربيون إلى نقطة التطبيق، كان لا بد أن يكون قـــد تمّ اســـتيعاب كامل رؤية **غاليليو**. وملخصة باختصار، كانت علوم **غاليلـــيو** تتطلب القبول بمزيج من الافتراضات الأساسية والجديدة: يتكون العـــالم حولـــنا من أجسام تخضع لقوانين الميكانيك؛ وهذه القوانين يمكن اكتشافها بالحواس، أو المراقبة، أو التجارب العملية. ويشارك الكون الأكبر

بالعمليات الميكانيكية لأن الأرض هي جسم، مثل الكواكب، تتحرك في فضاء غير محدود؛ وليس الأقل في هذا التفكير، إذا كان هنالك نصوص مقدسة تقول أو تتضمن عكس ذلك، فيجب، ببساطة، فهمها على أنها تستخدم لغة مجازية شائعة مقصودة لفائدة "السوقية العامة"، وهي ليست كتناقضات في العمق بين الكتاب المقدس والفلسفة الطبيعية. وقد أكد **غاليليو** أن كلمات الله لا يمكن في النهاية أن تتناقض مع عمل الله. لكن يمكن مناقضة **أرسطو**، لأنه، بكلمات **غاليليو**، "الأسباب تقنعني، و**أرسطو** نفسه علمني أن أجد راحة البال في ما أقتنع به بالعقل وليس فقط بسلطة من المعلم... فالتفلسف يجب أن يكون حراً". وعندما يصبح حراً، طمأن **غاليليو** قارئيه، فإن علم الميكانيك وفروعه قد تكون لها فوائد عديدة "عندما يصبح هنالك ضرورة لبناء الجسور أو غير ذلك من الهياكل فوق الماء، وهي أشياء تحدث بشكل عام في الأعمال عظيمة الأهمية". وعندما كان يسعى لاجتذاب جمهوره، كان **غاليليو** يسعى لإقناعهم أيضاً بفائدة العلم الجديد. وكما سنرى في القسم الثاني، عندما ننظر إلى القرن الثامن عشر، وضع **غاليليو** علم الميكانيك على أسس منطقية بدون أن يتخيل أبداً النتائج غير العادية التي سيتم إنجازها به.

تأثير إدانة غاليليو

نقلت كتابات **غاليليو**، وما تلاها من محاكمته وإدانته، العلم الجديد إلى واجهة الخطاب الثقافي على امتداد أوروبا. كل واحد كان منشداً بأفكار **كوبرنيكوس**، إذا كان يعيش في بلد كاثوليكي - كنقيض لبروتستانتي - في أوروبا كان عليه في ذلك الوقت أن يفكر بحذر شديد كيف يعلن دعمه لتلك الأفكار. في فرنسا، مثلاً، رأى الإكليروس - المعارض للتدخل البابوي في شؤون الكنيسة الفرنسية -

في الكوبرنيكية سلاحاً جديداً في نضالهم؛ واليسوعيون بتطلعاتهم القوية إلى ما وراء جبال الألب (إلى البابوية) في تصورهم للسلطة الدينية، وقفوا مع إدانة محاكم التفتيش. وفي البلدان البروتستانتية، من جهة أخرى، كان يمكن أن يفسر الدعم للكوبرنيكية على أنه ضد البابوية ومعاد لسلطة الإكليروس الكاثوليك. ما دفَعَ هذا الحافز لتبني الكوبرنيكية. كان هذا الربط الإيديولوجي يظهر في غاية الأهمية في إحداث تحالف بين البروتستانتية والعلم الجديد.

واستمرت ممارسة العلوم التجريبية في إيطاليا بعد الإدانة العلنية لـ **غاليليو**. لكن التجديدات الفلسفية الأهم كانت ستحدث بعد ذلك في أماكن أخرى. وبعد إدانته أصبح العلم في القرن السابع عشر بروتستانتياً بشكل متزايد، وبالتالي ظاهرة شمال وغرب أوروبية. وقد تولد الكثير من المنازعات بين المؤرخين الذين حاولوا تفسير ذلك الرابط، لكن يمكن تأكيد تلك العلاقة إذا ركزنا على نقطتين. الأولى هي الرابط الإيديولوجي – الذي كان يجذب البروتستانت بشدة – بين معارضة سلطات الكنيسة الرومانية ورجالها ودعم الكوبرنيكية؛ ويجب أن يأتي إلى الذهن هنا أن تلك السلطات كانت كثيراً ما تبرِّر فلسفياً باستخدام براهين أرسطوطالية. والنقطة الثانية تتعلق بنشر المعرفة العلمية. فمن البديهي أن مؤسسات العلم العملية كانت تعتمد على نشر المعرفة الجديدة. في أوروبا الحديثة المبكرة كان هذا يعني طبع الكتب العلمية. وبعد إدانة **غاليليو**، كان على الكتب الطليعية للعلم الجديد – أي تلك التي تروج للفلسفة الميكانيكية ومركزية الشمس – أن تنشر حيث لا سلطة لمحاكم التفتيش. ومن الناحية العملية كان ذلك يعني أوروبا البروتستانتية: في المدن الألمانية وفي انكلترا، وبشكل خاص في الجمهورية الهولندية التي كانت بالكاد قد ربحت استقلالها عن إسبانيا وعن محاكم التفتيش.

وفي سنوات الـ 1690، عندما كان الإكليروس الإنكليكاني في لندن يبشرون بعلم **نيوتن** متمماً بالنظرية الذرية، كان أتباع العلم الجديد في إيطاليا تحت المحاكمة في نابولي[18]. كان من بين التهم الموجهة ضدهم من قبل محاكم التفتيش إيمانهم المفترض "أنه كان هنالك بشر قبل آدم مشكلون من ذرات مساوية لتلك الموجودة في الحيوانات، وأن كل ذلك كان قد تمّ إنجازه من قبل الطبيعة، وأنه لم يكن هنالك إله... وبأن الأسرار المقدسة لم يعد من داع للاعتراف بها". كان المتهمون ببساطة من أتباع الفلسفة الميكانيكية الجديدة. وبحلول عام 1700 كان العلم الإنكليزي في شكله النيوتوني قد أصبح مقبولاً في القارة الأوروبية، أولاً في جمهورية هولندا، حيث كان ينشر هنالك من قبل العلميين الهولنديين، وكذلك بواسطة المطابع ذات اللغة الفرنسية الموجودة في المدن الهولندية. ويمكن استعادة خطوط العديد من التداعيات التاريخية إلى الوراء، بمعنى ما في النهاية، بربطها بـ "الانتصار" على **غاليليو** لبعض الأساتذة الأرسطوطاليين، وبعض الإكليروس الفلورنسيين واليسوعيين، وبيروقراطية محاكم التفتيش الرومانية.

المنفعة الاجتماعية للعلم

لقد آمن مروّجو العلم الحديث، من أتباع **غاليليو** ومن جاء بعدهم، بالمنفعة الاجتماعية للعلم. فالمعرفة العلمية والممارسات المنتظمة [تساهم] في تنظيم طاقات العظام، وتروج الانتظام لدى المستويات الدنيا، وإذا ما توبعت بحكمة فإنها تؤدي إلى فوائد غير مسبوقة للجميع. وكان الإصلاحيون الإيطاليون والإنكليز يجادلون بأنه من السليم أن يبقى الناس العاديون – الحرفيون والفلاحون – بعيدين عن السياسة، التي هي خدّاعة ولا يمكن التنبؤ بها. فالسياسة تفترض الوجود المسبق لحكمة سرية لا

يعرفها سوى الأمراء. ولكن - وبشكل متميز عن جدال **غاليليو** أن العلم يناسب النخبة فقط - كان المنظرون الآخرون يجادلون بأن من الممكن جعل العلم متوفراً للجميع. فالطبيعة هي نفسها في كل مكان؛ وأعمالها، باختلاف عن السياسة، هي منتظمة ويمكن التنبؤ بها. وبالتالي فإن الاستقصاء العلمي يمكن تشجيعه بأمان بين العامة. وبمقدار ما كان الأناس العاديون يلزمون أنفسهم بدراسة الطبيعة يمكن للسياسة أن تصبح ما يجب أن تكون عليه - محتكرة من النخبة - مع ما ينتج عن ذلك من انخفاض في الاضطرابات التي يؤدي إليها تمرد العامة[19].

وهذه الحجة للممارسة الواسعة للاستقصاء العلمي ترتكز على منفعته الاجتماعية المفترضة في تثبيت السلطة التقليدية. كان ذلك قد أُعلن للمرة الأولى، ولكنه لم يمارس أبداً، في **الإصلاح المعاكس** في إيطاليا، على الأقل جزئياً، كرد على إدانة الكنيسة لـ **غاليليو** ولعلم الفلك الجديد. وستصبح هذه الحجة قوية، وسنسمعها لاحقاً من المدافعين الإنكليز عن **الجمعية الملكية**؛ وبالفعل فقد ظهرت نسخة منها في *التاريخ* الرسمي للجمعية، لـ **توماس سبارت** (1667). وفي هذا المضمون البروتستانتي، حيث كان يمكن للإكليروس والعلميين أن يتحالفوا في مشروع واحد بقصد دعم كنيسة انكلترا، كسبت هذه الحجة قبولاً واسعاً. وفي النهاية، في القرن الثامن عشر، أصبحت السلطة الموعودة من العلم من أهم المبررات في الترويج للاستقصاء العلمي. ومع ذلك، وقبل أن يصبح العلم مقبولاً، كان لا بد من جعله مأموناً [اجتماعياً وسياسياً][*].

كانت النسخة الإنكليزية من الجدال حول المنفعة الاجتماعية قد تمّ تطويرها على الأرجح بمعزل عن الصيغ الإيطالية. وما كان مهماً في ذلك الجدل أنه ظهر في مراحل الحداثة المبكرة في مضامين مختلفة،

(*) المترجم.

ولكـــن كان له نفس الهدف دائماً. فالعلم كان قادراً على زيادة الثروة والسلطة (اجتماعياً وعسكرياً) للنخب القائمة. كان بإمكانه أن يكون قــوة في الاســتقرار الاجتماعي، وعموماً ليس للإصلاح الاجتماعي، وكان هدفه زيادة الرفاهية والثروة للدولة. وفي كل فترة كنا نرى فيها هــذه الحجـــج تقدم بقوة خاصة، كنا نجد أيضاً مفكرين راديكاليين يقاومـــونها، من أولئك الذين كانوا يفضلون أن يروا العلم يخدم العامة مباشرة ولفائدة الإنسانية جمعاء.

وقـــد جـــاء نشوء الصيغة الإنكليزية للمنفعة الاجتماعية، من خادم للدولـــة، اللورد قاضي قضاة انكلترا، **فرنسيس بايكون** (1561-1626). وفي المـــرحلة الأولى ســـعى **بايكـــون** لجعل الحكومة الملكية فعالة بشكل متـــزايد، كمـــا سعى ليرشِّد أشغالها وليسخِّر العلم في خدمة بناء الدولة. وكمحـــام وسياســـي اتجه إلى الفلسفة الطبيعية كجزء من مهارته كرجل دولـــة[20]. وبالفعـــل فقد تصور برنامجاً واسعاً في جمع المعلومات عن كل مظاهـــر العادات الإنسانية والقوانين والطبيعة؛ كان توجهه التجريـــي لا يعـــرف حدود. لكن **بايكون** امتلك حساً دقيقاً جداً لمنفعة المعرفة، ورأى، بحـــدة ذهـــن ملحوظة، أن الفنون الميكانيكية يمكنها أن تقدم مساهمة غير مـــسبوقة "لثـــروة وفائدة حياة الإنسان". وقد رأى **بايكون** في هذا المجال، بـــشكل أكثر وضوحاً من كل معاصريه، التقدم الفائق الذي تمّ إنجازه من قـــبل الحـــرفيين الميكانيكـــيين في بناء السفن، والإبحار، وعلم المقذوفات، والطـــباعة، والهندسة المائية. وكان قد عرف الاحتقار الذي كان المتعلمون وحملـــة الألقاب يحملونه تجاه أولئك الأميين. ثم وبخ: "إنه يُحسب كنوع من عدم الاحترام للمعرفة النـــزول إلى الاستقصاء أو التأمل حول القضايا الميكانيكـــية، مـــا عدا تلك التي يُظن أنها الأسرار والنوادر، والسامية منها بـــشكل خاص". وهاجم الـــ "التكبر المتشامخ"، الذي كان لدرجة كبيرة

جـــزءاً مـــن الـــثقافة الأرســـتقراطية في زمانه. وبدلاً من الصيد والقتال، والأنـــشطة الـــتي تُصور على أنها للقادة الذكور الحقيقيين، عرض **بايكون** رؤية جديدة للرجل المتعلم والمثقف بشكل حقيقي[21].

ومـــثل هذا الرجل (وقد كان **بايكون** دقيقاً جداً في إعطاء صفة ذكـــورية للأنشطة العلمية) عليه أن يسعى إلى العلم لأنه فعل ذكوري. ودراسة الطبيعة - بدلاً من الصيد والقتل أو النـــزاع اللاهوتي العقيم - تتـــبرأ مـــن "المعرفة المتدهورة التي سادت بشكل أساسي بين مدرِّسي المدارس والجامعات". وفي كتابه *تقدم المعرفة The Advancement of Learning* (1605) هاجم **بايكون** مباشرة الإكليروس القديم للكنيسة الـــرومانية، "فقد أُغلقت عقولهم في خلايا لبعض المؤلفين (أساساً كان **أرســـطو** دكـــتاتورهم) لأن شخصياتهم كانت مغلق عليها في خلايا الأديـــرة والكليات". وعندما فعل ذلك كان قد أقام تحالفاً بين المعرفة العلمـــية والثقافة البروتستانتية من النوعية التي كانت قد تمأسست بعد إصـــلاحات الملك **هنري**: أرستوسية(*) من حيث أنها تفضل السيطرة على الأساقفة والقساوسة من قبل الملوك والأرستقراطية المحلية؛ ووطنية، من حيث امتدادها على كل الوطن، ولأنها كانت تتحاشى الانقسامات الطائفـــية الـــتي كانـــت منتشرة في البروتستانتية في القارة الأوروبية، وفـــضلت بدلاً من ذلك كنيسة وطنية إنكليكانية واحدة. ومثل هؤلاء الأسياد(*) البروتستانت، الذين يسعى **بايكون** إلى إنشائهم، كان عليهم أن ينمّوا العلوم بتقليد الطريقة التي كان بها المحامون يستنطقون القانون العـــام، وعلـــيهم أن يراقبوا أنشطة الحرفيين الميكانيكيين حتى ينجزوا

(*) نسبة إلى تومس أرستوس Erastus وهو كاهن سويسري دعا لسلطة الدولة على الكنيسة. [المترجم]

(*) كان نظام الطبقات ما زال سائداً ويميز بين مختلف "طبقات" المجتمع، وبين السادة والعامة. [المترجم]

فلسفة طبيعية تكون عملية وتقدمية، واحدة قادرة على "التجدد المستمر". وأية طريقة أفضل للحفاظ على الحكومات وتعزيزها، سأل، من "أن تقلص الحكومات إلى المبادئ الأولية، للحكم في الدين والطبيعة، وكذلك في الإدارة المدنية؟" فالدولة البروتستانتية سوف تزدهر، كان **بايكون** يعتقد، تحت رعاية إدارة مركزية قوية تقاد بملك ذكي وبكنيسة واحدة. وعلى الدولة أن تعمل على إقامة المشاريع العامة ذات المسعى القانوني والعلمي، كل شيء من بناء السفن، إلى الإبحار، إلى قذائف المدفعية، إلى الطباعة إلى هندسة المياه[22].

ولم يكن على كل الرجال المتعلمين أن يقوموا بنفس الأعمال، في رؤية **بايكون**. فقد ترك مساحة واسعة لتنوع الأنشطة العلمية، "بعضها تكون رائدة، وبعضها حرفية، والبعض يحفر، والبعض للصقل والمطرقة"، "البعض تأملي والآخرون للقضايا العملية". فبالنسبة لـ **بايكون**، وكذلك لكل أتباعه المبكرين المحدثين، كان تقسيم العمل بين النظرية والتطبيق يمثل وجهان لعملة واحدة. فالتقسيم العظيم الحالي للعلم بين "أساسي" و"تطبيقي" هو من اختراع القرن التاسع عشر؛ ببساطة، لم يكن مفهوماً في المرحلة السابقة. وقد أحدثت الرؤية البايكونية مساحة في عالمها للمهندسين ولرجال الأعمال المبادرين؛ كذلك كان يمكن للحرفيين أن يساهموا في تعزيز الدولة البروتستانتية القوية. كان المنظرون يحتاجون أن يفهموا ما كانوا يفعلونه وأن يحولوا ممارساتهم إلى مفاهيم عامة.

سوف نتابع لغة **بايكون** في نقاشنا لعلم القرنين السابع عشر والثامن عشر. لا يمكن تقسيم مجال العلم إلى علم الهواة من جهة والمحترفين من جهة أخرى. بدلاً من ذلك - وكما شرح **بايكون** في كتابه المنشور بعد وفاته والمنتشر بشكل واسع جداً عن المسار

اليوطوبـــــي، *أطلنتس الجديدة The New Atlantis* (1627) - يمكن أن يكـــون هنالك العديد من العمال المختلفين في كرمة العلم. والأكثر نفـــاذاً إلى الـــناس العاديين يمكن أن يكون النموذج عن "تجار النور"، أولـــئك الـــذين يـــستخدمون "الكتب والمختصرات وأنماط التجارب العملـــية" لنـــشر العلم في السوق. وقد فسر معاصرون ملهمون هذه الـــرؤية اليوطوبـــية بأنهـــا دعوة لبرنامج واسع لنشر العلم على امتداد أوروبـــا، واحـــد غير مسبوق كنموذج مثالي، قبل ذلك أو منذ ذلك الوقت. وفي جنته اليوطوبية سيكون عند **بايكون** أيضاً "مصابيح"، تلك الـــتي عليها أن تهتم "بتوجيه الاختبارات العملية الجديدة، بنور أعلى، أكثر نفاذاً إلى الطبيعة من ما سبقها"، أي أولئك المصابيح، مثل القضاة المطلعـــين، الـــذين يستنتجون من العلم "أشياء لها فائدة وممارسة لحياة الإنـــسان". وعندما كانوا ينادون بتطبيق العلم في الصناعة، كان الثوار الفرنـــسيون في سنوات الـــ 1790 يذكرون اسم **فرنسيس بايكون** في العلـــن. وقبلهم بكثير كان قراء **بايكون** الإنكليز يغفلون عن اهتمامه المباشـــر بتعزيـــز طموحات ملكه **جايمس الأول** ببناء الدولة. بدلاً من ذلك كانوا يجدون في رسالة **بايكون** إرشادات لمتابعة تحصيل العلم من كـــل نوع، من تجميع العلم إلى المراقبة، إلى الاختبارات العملية، وإلى الاختراع.

وفي دعـــوته لـــصلاحية وفائدة العلم الجديد، كان **بايكون** ينكر التـــصرفات الـــسرية والاحتكارية للسحرة؛ وكان يحض على رفض "الأســـاطير والأخطاء الشائعة". كان علمه يحافظ على أخلاقية العمل، "الاستقـــصاء المضني والرزين للحقيقة"، كمنهج للاستقصاء الصحيح على عكس "التخيلات العليا والبخارية" الموجودة في السحر الطبيعي، وفي الخـــوف الخـــرافي مـــن المجهول، وفي التركيز الأرسطوطالي على

"التعاطف والتنافر والسمات المخفية" للأشياء. وقد قام **بايكون** ببلاغة بوضـــع تحالـــف بـــين علمـــه الرزين الموجه ميكانيكياً مع الإصلاح البروتستانتي:

> **نحـــن نرى تحت أعيننا، أنه في حياتنا وحياة آبائنا، الزمن الذي سوف يحلو لله أن يدعـــو الكنيـــسة فـــي روما أن تقدم حساباً عن تصرفاتها المتدهورة واحتفالاتها، وعقائدها المتعددة البغيضة والمؤطرة لتحمل نفس المفاسد؛ في نفـــس الـــوقت بالذات الذي كانت فيه مأمورة من العناية الإلهية أن تعمل مع ذلك على التجديد وإيجاد ينابيع جديدة لكل المعارف الأخرى(23).**

وقد رأى **بايكون** تجديد العلوم كعمل من العناية الإلهية، وكذلك، وكبروتـــستانتي إنكليزي حقيقي، كان يمتلك معنى محدداً لدور العناية الإلهية في التاريخ. فتجديد العلم والفلسفة حضّر الطريق لمخطط أوسع، لتكـــشُّفٍ واســـع "للإصلاح العظيم"، للمعرفة التي سوف تسبق نهاية العـــالم. عـــندها فقط يمكن للكائنات البشرية أن تتحرر من تأثيرات سقوطها الأول من الرحمة الإلهية (24).

إن نـــبض الإيمـــان المسيحي بمجيء الألفية السعيدة، والذي كان موجـــوداً لـــدى **بايكـــون**، أخـــذ يظهـــر لاحقاً وبشكل متكرر في البروتـــستانتية الإنكليـــزية في القرن السابع عشر. وخصوصاً بعد وفاة **بايكون**، كان **المتطهرون** الإنكليز ومن ورثهم، **المنشقون** عن الكنيسة الإنكليكانـــية، قد تبنوا دعوة **بايكون** للإصلاح والتحديد. ولا بد من الإقـــرار أن ذلك كان من المحفزات الأساسية لرعاية الاستقصاء العلمي في انكلترا في القرن السابع عشر. وفي أيد **المتطهرين** الإصلاحيين الذين رأوا الكنيـــسة الإنكليكانية فاسدة، أصبحت **البايكونية** جزءاً من رؤية ثورية. فالنبض البايكوني كما تطور أصبح يوطوبياً بل حتى يحمل دعوة للألفـــية المـــسيحية السعيدة. ويمكن ربط الإيمان بالألفية السعيدة عند **إســـحاق نـــيوتن**، وعند بعض من تبعوه بعد ذلك في القرن، إلى هذه

الخلفـــية البايكونـــية. وبـــشكل مماثل كان الترويج النضالي للعلم عند العلمـــاء الـــبريطانيين - كواحد من الأسس العقائدية والعملية لسلطة الدولة - يدين بالكثير إلى بحثهم الفريد والملح لسمو الزمن التاريخي في الألفـــية الـــسعيدة. ولكـــن لا بد من التأكيد، أن هذا الإيمان بالألفية الـــسعيدة عـــند **بايكـــون** وأتباعه كان دائماً يضع السيطرة والقيادة، وبـــشكل متين في الجنة الجديدة، في أيدي النخبة[25]. ولم يكن **بايكون** نفـــسه بحاجة للإصلاحيين المتطهرين في أيامه، أولئك الذين أصبحوا في الجيل اللاحق المناهضين المعلنين للبلاط وللملك.

وكـــان لا بد أن يؤدي التأكيد على هذا الإيمان بالألفية السعيدة عـــند **بايكون** إلى الاعتراف بأنه كان هنالك عناصر صوفية عميقة في تفكيره. كان يسرق الرؤية من السحرة بكشف أسرار الطبيعة، ولكنه كـــان يرفض مناهجهم السرية. كان **بايكون** يؤمن أن الأساطير القديمة والخـــرافات تحتوي على حكمة مخفية؛ وبسعيه لاستعادة هذه الحكمة وزيادتهـــا بشكل واسع كان يشبه سيئ الحظ **برونو**، وكذلك مختلف المفكـــرين أنـــصار **هـــرمس** في القـــرن السادس عشر، وليس أقلهم السويـــسري المصلح الطبـــي **پراسلسوس** Paracelsus (1493-1541). فقـــد استخدم **پراسلـــسوس** التقاليد السحرية والأفلاطونية، التي كانت تركـــز علـــى التناسق بين جسم الإنسان والسماوات، لإعطاء شرعية المقاربة التجريبية والاختبارية في دراسة الأمراض، وكان برنامجه بشكل جسور معاكس للأرسطوطالية[26].

وقـــد أدان **بايكون** العناصر السحرية في فكر **پراسلسوس**، ولكن كـــان علـــيه أن يعترف أن تاريخ الأخير الطبيعي كان ذا فائدة جمة. كانـــت التقالـــيد الـــسحرية في بدايات أوروبا الحديثة تروج أحياناً للاستقصاء العلمي. والسحر، الذي كثيراً ما كان يقرن بالهرطقة الدينية

كان يوحي بالبحث عن فلسفات طبيعية بديلة لفلسفة **أرسطو** ولاهوت الـــسكولاستيكيين؛ كانـــت أدبيات السحر بشكل نموذجي "الخيمياء" [Al-Chemy] (*) وتنجيمية، وكانت تَعد أيضاً بتكشف درامي لأسرار الطبـــيعة؛ لكـــن استكـــشافها المنـــتظم كان يمكن أن يروِّج للبحث التجريبـــي. وفي لب الفنون السحرية كان هنالك وعد بالكشف عن فلـــسفة فـــريدة موحدة للطبيعة. لهذا السبب كان يمكن لـــ **برونو** أن يكون كوبرنيكياً من نوع ما؛ وكان يمكن لـــ **بايكون** أن يحاول سرقة حماســـة الساحر، لكن مع إبعاده عن رفقة الباحثين التجريبيين؛ كان يمكن لـــــ **نيوتن** أن يمارس الخيمياء طيلة حياته المهنية؛ وكان يمكن للعالم الألماني والرياضي **جوتفريد وهلم لايبنـــز** Gottfried Wilhelm Leibniz أن يلهـــو بالتنجيم. ولكن في تبنيه للفلسفة الميكانيكية ورفضه للمعتقدات الـــشائعة، كـــان العلـــم الحديث في مطلع عصر التحديث قد جعل السحر في النهاية غير ذي موضوع بالنسبة لحاجات واهتمامات النخبة المثقفة[27].

وفي رهـــان واع لكسب أوسع جمهور قراء ممكن بين المتعلمين في انكلتـــرا، نشر **بايكون** معظم أعماله الهامة بالإنكليزية وليس باللاتينية. لكـــنها ســـرعان مـــا كانت تترجم إلى اللاتينية وتنشر في نسخ قارية أوروبـــية تظهر عموماً في أمستردام. ومبكراً منذ سنوات الـــ 1620، كانـــت أفكـــار **بايكون** معروفة في أوروبا، وبشكل خاص في دوائر فلـــسفية مخـــتارة في باريس[28]. وهناك كان تركيزه على الجمع المنظم للبـــيانات وعلـــى التطبـــيق السهل للتجارب العملية، قد جذب إليه علمـــاء النبات ومجمعي النبات في حديقة النبات، **جاردان دي بلانت** Jardin des Plantes، الـــتي كانت قد أسست حديثاً. وبشكل مماثل،

(*) الخيمياء: الكيمياء السحرية التي تسعى لتحويل المعادن إلى ذهب. [المترجم]

فـإن رؤيـته - أن العلم يعد بتخفيف الأعباء الإنسانية ويوفر سيطرة الإنسان على الطبيعة - شدت إليه الإصلاحيين البروتستانت الألمان في ذلـك الوقت، الذين كانوا يرغبون، مثل **بايكون**، أن يضمنوا المعارف الطبيعـية في الإصلاحات الألفية السعيدة الموعودة في العصور القادمة. وفي الـنهاية، لقـد لعبت البايكونية دوراً ملهماً في تأسيس **الأكاديمية الفرنـسية للعلوم** في سنوات الـ 1660[29]، وكما سنرى في الفصل الـثامن، لعبت **الأكاديمية** دوراً معقداً، ومعيقاً في كثير من الأحيان، في الصناعة الفرنسية، وإلى قيام الثورة الفرنسية في عام 1789.

ومبكـراً منذ عام 1620 كانت كتابات **بايكون** معروفة للهولندي الذي كان يقوم بالاختبارات العملية، **إسحاق بيكمان** Isaac Beekman، وهـذا بـدوره كـان لـه تأثير كبير على الفيلسوف الطبيعي الفرنسي **ديكـارت**. وبعـد ذلك، في سنوات الـ 1640، كانت أفكار **بايكون** تناقش في جامعة **ليدن** Leiden. كانت الأراضي المنخفضة عموماً، و**ليدن** بـشكل خاص، المراكز الأهم للتعليم الإبداعي للفلسفة الطبيعية في القرن الـسابع عـشر في القارة الأوروبية. وفي نهاية القرن، كان مدرِّس الطب وممارسه الأكثر تقدماً في زمانه، **هرمن بورهاف** Herman Boerhave (1668-1738)، أسـتاذاً في **ليدن**، وكان بالكاد قادراً على احتواء حماسه البلاغي لوعود التقدم الطبـي الذي سيتوفر لأولئك الذين يمكن أن يلتفتوا إلى دعـوة **بايكون** ليختبروا الطبيعة لأنفسهم. وربما كان أكثر إدهاشاً، بما يتعلق بالانتشار الأوروبـي لرؤية **بايكون**، هو أننا نستطيع أن نجد كتاباته اليوطوبـية والإنـسانية عـن العلم، بين مواضيع أخرى، قد ترجمت إلى الهولندية في سنوات الـ 1640 والـ 1650[30].

كانـت قصة **بايكون** اليوطوبية *أطلنتس الجديدة* (1627)، قصة خيالـية قصيرة جيدة، وكان لها تقبل واسع. وهي تمثل جنة في جزيرة

مخصصة للسلام والتقدم العلمي؛ وهي لم تكن شائعة في أي مكان أكثر من انكلترا. لكن كان يمكن رؤية إعجاب بروتستانت القارة الأوروبية بها في الترجمة الهولندية لعام 1656، التي كانت بحجم الجيب وبلغة نثرية بسيطة. كان **بايكون** قد لقي إعجاباً لدى المتعلمين في واحدة من أكثف المناطق الحضرية الأوروبية ذات التوجه التجاري في أوروبا[31]. وفي روحية **بايكون** للبحث محلياً، وطيلة حياته، عن رعاة أقوياء لترويج أعمال العلم، كانت النسخة الهولندية التي ترجمت بعد وفاته مهداة إلى أمير، كان في تلك الحالة **فريدريك هنري** أمير **أورانج** Orange. وإذا أخذنا بعين الاعتبار انتشار الأفكار عن الألفية السعيدة بين بروتستانت القارة، يمكننا الافتراض بأن الأفكار البايكونية عن جنة المستقبل المرتكزة على العلم كانت أيضاً تثير اهتماماً نابعاً من حمى الألفية السعيدة.

ومع حلول القرن الثامن عشر، لم يعد الإصلاحيون مقتنعين بأن التقدم الإنساني يحتاج إلى أي انقطاع في الزمن التاريخي. وأخذوا يهملون بسهولة فكرة الألفية السعيدة عند **بايكون**، ويركزون على دعوته للتجريبية العلمية التي تهدف إلى التخفيف المستقبلي لظرف الإنسان الصعب. وفي وسط عصر الأنوار الأوروبي أخذ الأنسكلوبيديون الموسوعيون الفرنسيون، يقودهم **ديدرو** Diderot **ودالمبير**، يستحضرون ذكرى **فرنسيس بايكون** وأفكاره في أول *أنسيكلوبيديا Encyclopédie* عظيمة (1751). وهي كانت التجميع الأكثر إثارة للإعجاب عن المعرفة التي كانت معروفة في زمانها، وسعت إلى جعل كل فروع المعرفة موحدة وسهل الوصول إليها، وأكدت على الفنون التطبيقية. وفي سنوات الـ 1790 تمت ترجمة كتاب **بايكون**، نوفم أورجنوم Novum Organum (النظام الجديد) (1620) إلى الألمانية،

في وقـــت كانت فيه الجمعيات العلمية الألمانية تتكاثر وتنتشر، وكانت الأســـتاذية القديمة تواجه بالتحدي من قبل رجال جدد مهتمين بعمق بالتطبيق العملي للعلوم لحل معضلات المجتمع والصناعة[32]. وفي سنوات الـــ 1830 قام أحد الفروع القيادية **للجمعية البريطانية لتقدم العلم**، وهـــي مـــنظمة ملتزمة بالتطبيق العملي والصناعي للعلم، باستحضار ذكـــرى **بايكـــون** ورؤيته. لكن في ذلك الوقت، كان قد أصبح من الممكن معارضة رؤية **بايكون** للعلم، المرتكز على تجميع الحقائق، لصالح رؤيـــة للعلم أكثر تنظيراً واحترافاً، واحدة كان مساندوها يرغبون في جعل مشروع العلم مسيطر عليه من قبل "العقول الكبرى"، ومن خلال البحث عن القوانين العامة للطبيعة[33]. هذا البديل الاختباري والبطولي للرؤية البايكونية، كان يمكن لهم، ولنا، وصفه على أنه **نيوتوني**، وحتى مبكراً في مطلع القرن الثامن عشر في انكلترا كانت الرؤية النيوتونية قد أخـــذت تحل محل البايكونية كإيديولوجيا علمية سائدة. ولكن من خلال التأكـــيد على المنفعة – الذي كان موجوداً عند العديدين من المحاضرين والتجريبيين النيوتونيين، أو في الاهتمامات العلمية للحرفيين مثل عائلة **واط** – كانـــت الـــرؤية البايكونـــية مستمرة في الحياة، وفي النهاية تمّ اســـتيعابها تحت العنوان العريض للنيوتونية. وكلتا الأيديولوجيتين أعطتا العلـــم تركيـــزاً عملـــياً وميكانيكياً متزايداً. وفي عصر سيطرت عليه النـــزاعات الطائفية، والرقابة، والثورة في بريطانيا، والتمرد في فرنسا، كانـــت الـــرؤية البايكونـــية في أيدي بناة الدولة والإصلاحيين تحض الغـــربيين على العودة إلى العلم وتطبيقه. وكل الفصول اللاحقة تصف العـــودة إلى الطبـــيعة ممكنـــنة ومصاحبة للبحث عن تطبيقات لقدرتها الميكانيكية. وفي كل التفافة كان التراث البايكوني يلهم أصحاب الرؤى وكذلك الصناعيين.

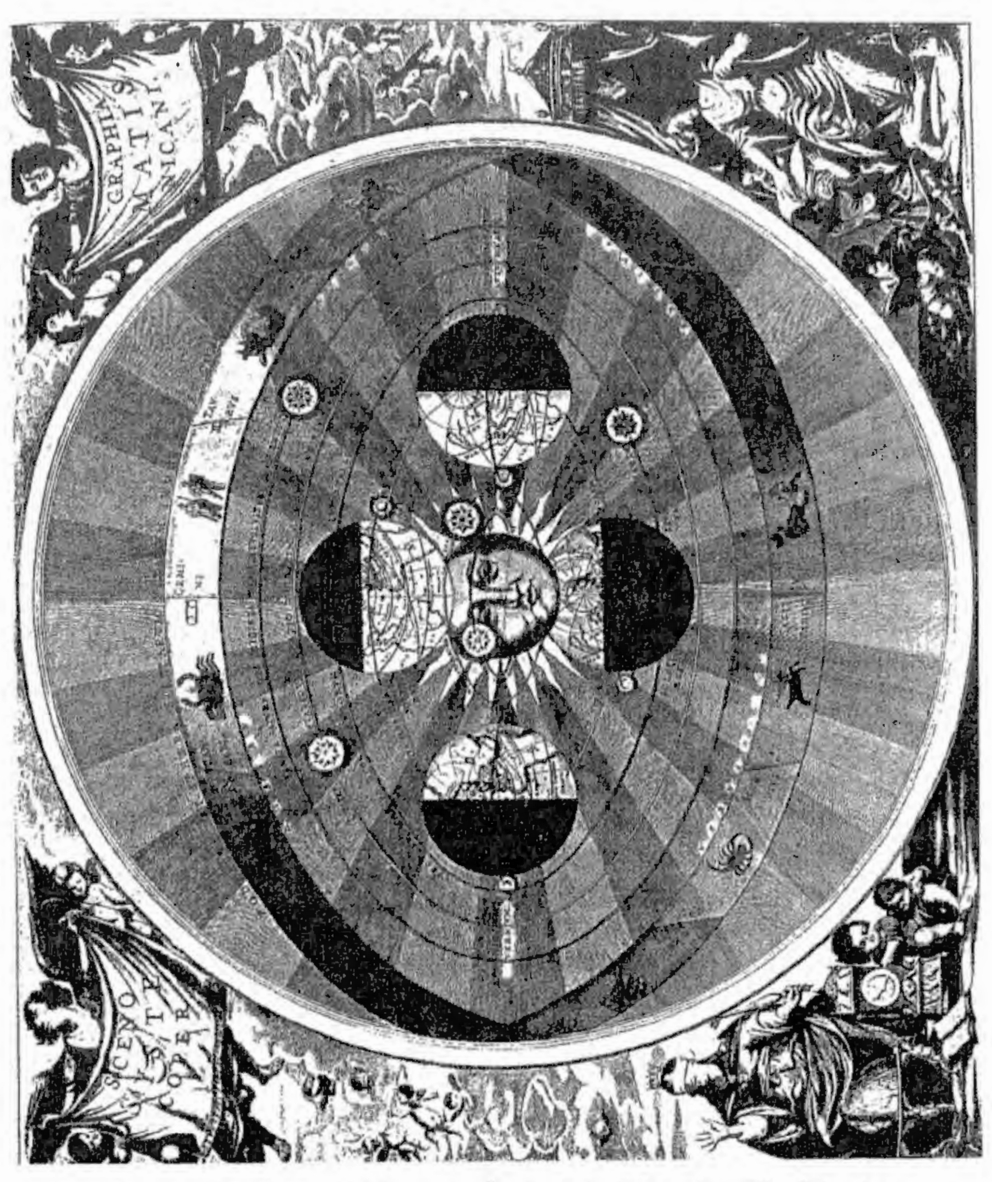
الفصل الثاني

المعنى الثقافي-الحضاري للديكارتيّة: من الذات إلى الطبيعة (والعودة إلى الدولة)

عـند سماع أن الكلمة م ل ك تعني السلطة الأسمى، أحفظ ذلك في ذاكرتـي[.] لا بـد أن الذاكـرة الثقافية هي التي تجعل ذلك ممكناً. فبالتأكـيد ليس هنالك علاقة بين الأحرف الثلاثة م ل ك ومعناها ما يمكنني من استنتاج المعنى من الأحرف.

محادثة ديكارت مع بُرمان-جي. كتنغهام

في سـنوات الـ 1630 أصبحت مجابهة **غاليليو** مع الكنيسة والقادة الأرسطوطاليين واحدة من علائم الأزمة الأوسع والأعم حول أيـة فلسفة تمتلك السلطة المطلقة في القضايا الفكرية، وكذلك حول مـن الذي عليه أن يضع المعايير التي يمكن لهذه السلطة من خلالها أن تتعـزز. وفي لـب القضايا كان هنالك قرون من الحكمة المتوارثة، المـوالفة بين **أرسطو** والمسيحية والتي أطلق عليها اسم **السكولستيكية** Scholasticism. مـسلحة بالتفـسيرات السكولستيكية، كانت كل العقائـد الكنسية (مثل تحويل القربان إلى جسم المسيح) محصنة ويمكن تفـسيرها منطقياً. ومسلحين بمفهوم الشكل الملكي الذي يُمنح للجسم الجلـيل لم يكـن على الناس أن يحفظوا كلمات لوصف *هالته* gloire الملكـية، كما لو أن هذه الهالة يمكن عزلها عن الكلمات. فماهية الملك كانت تسكن في داخله.



وصف خيالي للكون الكوبرنيكي كما يمكن أن يكون الشاب نيوتن قد تصوره لو كان قد راجع كتاب معاصره أندريا سللاريي: *تناغم الكون الأعظم* *Harmonia Macrocosmica* 1660 (من مجموعة مانسل).

وقد هدد التدمير البطيء للسكولستيكية، كطريقة قوية وثقافية توحد طريقة التفكير، إلى إطلاق العنان لعقائد وقيم خطيرة اجتماعياً. بعضها كان من أصول قديمة في التاريخ الإغريقي، وبعضها تنامى من معتقدات العامة وممارساتهم. وكلها هرطقات كانت قد أدينت من زمن بعيد من قبل كل الإكليروس والفلاسفة المستقيمين كنسياً. كانت كل موالفة بين الفلسفة الميكانيكية الجديدة مع تلك الهرطقات - سواء مع المذهب الطبيعي ذي الأصول الشعبية والقديمة أو مع المذهب المادي - تثير السلطات في أوروبا، سواء البروتستانتية أو الكاثوليكية وتدفعها لمحاولة قمعها. وضمن هذه البيئة كان من جاء بعد **غاليليو** من مؤيدي العلم الجديد يشتركون، في معظم الحالات، في القيم والافتراضات حول سلطات الكنيسة والدولة، وسعوا للبحث عن طريقة مقبولة لفهم الطبيعة ميكانيكياً. كانت الفلسفة الميكانيكية تتطلب صياغة تكون متميزة من الناحية الإيديولوجية، وبذلك تكون ضامناً آخر للاستقامة الدينية، وللنظام الاجتماعي، وللاستقرار السياسي.

لكن، مع حلول مطلع القرن السابع عشر، كان يبدو أن كل صياغة إيديولوجية تهدف إلى ضمان نظام الحكم ووحدته كانت ستفشل، كضحية أخرى للصراع العقائدي بين الإصلاح البروتستانتي والإصلاح المعاكس الكاثوليكي. فقرن كامل من الصراع والحرب المفتوحة بين الكاثوليك والبروتستانت كان قد ترك العديد من المراقبين المتحضرين مقتنعين أن البديل الوحيد للتعصب العنيف كانت عقلية الشك/**الشكوكية** skepticism، أي رفض الإيمان بأن أي شيء عقائدي يمكن أن يكون صحيحاً بالمطلق. وكانت تلك الشكوكية عند النخبة المثقفة تشكل خطراً عميقاً على

الحفاظ على النظام والاستقرار في المجتمع ككل. فعدم الإيمان، عندما يكـــون صـــارماً ومنتظماً ومتقصياً، كان يعتبر تهديداً لكل استقامة دينـــية؛ ولا تبقى هنالك أية مؤسسة آمنة، إذا توقف الناس ببساطة عن الإيمان بأن اليقين المطلق ممكن عندما يتعلق الأمر بالعقائد ليبرر وجودها.

وبشكل ساخر وخطر، كانت الشكوكية، كنمط تفكير وجدال، تُستخدم في القرن السادس عشر من قبل البروتستانت والكاثوليك على حـــد ســـواء، ودائماً لدحض الآخر. وكذلك لقيت الشكوكية ذخراً نتيجة إعادة التعريف بالمؤلفين الشكوكيين القدماء (الإغريق)، وبشكل خاص **ساكتوس إمبريكوس** Sextus Empiricus، الذي ظهرت كتاباته المطـــبوعة باللاتينـــية (1562)، وبالإنكليزية (حوالي 1590)، كما تمّ توزيع ترجمته الفرنسية لعام 1630 بشكل محدود. فمثلاً أشار **جيوردانو بـــرونو** إلى الـــشكوكية الـــتي لاحظها بين الأكاديميين خلال سفراته الأوروبـــية المتعددة. كانت الشكوكية قد أصبحت الموضة الشائعة في أعلى الأوساط الاجتماعية.

وفي ســـنوات الـــ 1630، وعـــندما شـــهد **رينـــيه ديكارت** René Descartes إدانة **غاليليو**، تحول إلى شكوكي. لكن حوافزه لم تكن كما تلك التي لدى مروجي **غاليليو**. بدلاً من ذلك لقد سعى إلى تفنيد الصيغة الأكثر تطرفاً التي أدت إلى المذهـب النسبـــي، كما سعى أيـــضاً إلى ســـرقة شعلة النار من الشكوكيين بإعلانه أن مناهجهم هي طريقة يستطيع الفرد بواسطتها إخضاع كل الأفكار للتمحيص للوصول إلى الحقائـــق الجديـــدة عن الطبيعة. لقد بررت الشكوكية رحلة الفرد الفكـــرية! لكـــن في صيغة **ديكارت** للشكوكية كمنهج، أصبح العلم مصدراً غير مسبوق للتعبير الفردي.

التهديد الذي طرحته الشكوكية

من بعيد، كانت الصيغة الأكثر صقلاً للشكوكية تلك التي قدمها في أواخـــر القرن السادس عشر الفرنسي المدني مستشار الملك، **ميشيل دو مونْتينْـــي** Michel de Montaigne. ففي خضم الحروب الدينية الفرنـــسية في سنوات الـــ 1870 خسر **مونْتينْي** إيمانه بالعقل البشري، وقـــدرة هـــذا العقل على معرفة أي شيء بتيقن، وبتشاؤم مدمر لقب العقـــل بـــ "السلاح السقيم"؛ ووصف هدفه بأنه "طحن تكبر البشر وكـــبريائهم ودعـــسه تحت الأقدام"[2]. وأشار إلى الجدال الذي أحاط بمركـــزية الـــشمس وعرّف بالأفكار المتناقضة التي وجدت في العلوم الجديدة على أنها سبب آخر للإقرار بمأزق الإنسان، وعقم البحث عن الحقيقة الفعلية. وكان هنالك أيضاً عنصر اجتماعي في الشكوكية. فقد تكلـــم عـــن النـــبلاء الفرنسيين الأدنى، أو عن الأرستقراطية الوسطى والطبقة البورجوازية العليا، التي كانت قد رأت الأرستقراطيين العظماء يشوهون الدولة ويسيطرون على البلاط، مستخدمين الدين كمبرر لهم ودائمـــاً لمـــصلحتهم هـــم[3]. وعلى العكس كان الأرستقراط الوسط يمارســـون انـــضباطاً ذاتياً صارماً كان يؤشر إليهم بوضوح على أنهم الطـــبقة الأكثـــر أهلية لتسلم السلطة السياسية والانضباط في المجتمع بأسلوب جديد وإنساني"[4].

كانـــوا يعدون أنفسهم عن *الكبار* وينسحبون من قضايا الدولة، إذا ما دعت الحاجة، وينتظرون زمانهم، منتظرين نوعاً من النظام الجديد في الدولـــة، ذلـــك الذي يجلب السلام ويعطيهم في نفس الوقت هدفاً أسمى وموقعاً أفضل. كان **ديكارت** ينتمي إلى نفس الطبقة الاجتماعية التي كانت أفكار **مونْتينْي** تشدها.

وبكـــلام فكـــري صـــرف أعطى **مونْتينْي** صوتاً للأزمة الفكرية

الأعمق التي أثارها بشكل واسع حركة الإصلاح البروتستانتي ولكن أيضاً العلم الجديد. لكن جوابه أثار ردة فعل، أدت بدورها إلى حل الأزمة. فكرد على شكوكية **مونْتيني** قدم **ديكارت** أول دمج للفكر المعاصر بحيث يرتكز بالكامل على قدرة الفرد على معرفة الطبيعة من خلال الرياضيات والتجارب العملية. فبالمعرفة، وعد **ديكارت**، يأتي التمكّن. أنت تستطيع فعل الأشياء لأنك تفكر. واكتشافه للاستخدامات التي يمكن للعلم أن يقدمها وضع أساساً جديداً للاستقامة الدينية والسياسية معاً. أصبح الاستقصاء العلمي بديلاً ممكناً، طريقة لرفض الشكوكية السائدة لجيل **مونْتيني**، ولرفض سكولستيكية الإكليروس والمدارس معاً. وكان بإمكان ارتكاز **ديكارت** على الذات، المنضبطة تبعاً لمنهجه، أن يضع أسساً ميتافيزيقية جديدة بالكامل لكيفية القيام بالعلم، أو لممارسة الدين، أو لتقديم الولاء لسلطة الكنيسة والدولة. كان هذا الارتكاز متناغماً أيضاً مع روح الجماعة والقلق عند الأرستقراطية الفرنسية التي جاء منها **ديكارت**: *سيداً*، وعسكرياً، ومفكراً وعالماً مستقلاً.

ويمكننا أن نضع الرهانات كما كان يمكن أن يتخيلها **ديكارت**، وهو يراقب بقلق إدانة الكنيسة لـ **غاليليو** عام 1633. هل كان يجب على أتباع العلم الجديد التراجع إلى الشكوكية ونفي إمكان أن يكونوا يمتلكون الصورة الحقيقية للعالم؟ أو لماذا ليس **الإيمانية** fideism، وقبول الإيمان ببساطة بغض النظر عن ما تقول السلطات الدينية بحكمتها أنه الحقيقة؟ وبإمكاننا رسم معالم صورة فكرية لما كان عليه شكوكي من أواخر القرن السادس عشر ومطلع القرن السابع عشر، مثل الذي كان يمكن لـ **ديكارت** أن يقابله شخصياً! واحد قادر على التحول من دين إلى آخر بقرار ذاتي؛ أو واحد من الساخرين cynic [من أتباع فلسفة

الكلبيين][*] حول ادعاءات العقوبات الإلهية، وبالفعل أية عقوبات من السلطات الملكية، واحد كان ينسى دائماً ماذا كانت تعني الأحرف م ل ك؛ أو واحد لا يمارس أي نوع من العقائد الأخلاقية من تلك المرتبطة بالعقيدة المسيحية بدون تمييز؛ ومثل هذا الشخص كان يمكن أن يعيش تبعاً للإرشادات الأخلاقية التي يتخيل أنها موجودة في الطبيعة فقط. باختصار، كان يمكن للشكوكية أن تساند فلسفة طبيعية عملية وكذلك نظرية، طريقة في الوجود، في عالم كان يسميه المعاصرون *التحرر الفاجر (الليبرتاني) Libertinage*. وهذا بدوره كان يمكن أن يبرر العنف الأقصى والعدوانية أو السلطة المطلوبة في ذاتها تُستخدم من قبل رجال ساخرين كلبيين ولكن خطرين.

كانت فلسفة النزوع إلى الطبيعة naturalism منتشرة في مطلع القرن السابع عشر في فرنسا، كما كانت كذلك في إيطاليا في نهاية القرن السادس عشر. وفي **تولوز قام جوليو سيزر ڤنيني** Guiolio Cesar Vanini (توفي 1619) بتأليه الطبيعة، وأشار إليها على أنها **الإله**[5]. وقد أُحرق على الوتد لأنه فعل ذلك؛ كذلك أُحرق حتى الموت وثني آخر من أتباع المذهب الطبيعي، **ڤونتانيه** Fontanier، في باريس عام 1622. وفي ذلك العقد نُفيَ الألخمينيون من المدينة وقُدِّم *تحرري فاجر (ليبرتاني)* للمحاكمة. كانت فوضى القرن السادس عشر قد أطلقت من عقالها تنوعات غنية وخطرة من الحياة الفكرية الفرنسية. كان هنالك تحدٍّ غير مسبوق للاستقامة الكاثوليكية التي كانت محصنة بالأرسطوطاليين. كان يمكن للهرطقة في أيدي *الكبار* أن تتحدى أيضاً السلطة المطلقة للملكية وبالتالي تهدد سيادة الدولة.

(*) cynicism فلسفة يونانية قديمة تؤمن بأن السلوك البشري تهيمن عليه المصالح الذاتية وحدها. [المترجم]

وبين الأرستقراطية الأصغر والبورجوازية، وحتى بين الإكليروس، كانت العناصر التقدمية مقتنعة أن الملكية القوية هي وحدها قادرة على ضـبط التطرف لدى طبقة النبلاء العظيمة، *الكبار*، حيث الكثيرون من هـؤلاء كانـوا يتطلعون إلى ما بعد الجبال، مجندين للبابا وحتى مجندين للإسبان.

كـان غير هؤلاء، من الساعين إلى طريق للخروج من المستنقع الذي أحدثـته الـشكوكية، يـريدون تعزيز سلطة الكنيسة الكاثوليكية. كانوا يـريدون مجموعة من القيم العامة، إلى جانب الإيمان الأعمى، ما يمكن أن يجمع النخب في حلف ضد المجتمعات البروتستانتية الاستقلالية التي كانت مـا زالت قوية في بعض الأقضية والمدن. وبالنسبة لمثل هؤلاء من الملكيين الكاثولـيك، كـالأب **مرسـنّ** Mersenne - كـان واحداً من أوائل الباريـسيين المـروجين لعلم الميكانيك - كانت هنالك ضرورة ملحة لأسس فلسفية جديدة للاستقامة الدينية. بالنسبة لـ **مرسن** كان الدين يضمن سلامة الدولة؛ وبالفعل كان يؤمن، بكلمات وضعها هو، أنه لا بد من أن يكون هنالك *شرطة دنيوية وروحية* ***gendarmes temporels et spirituels***، لفـرض النظام والاستقامة[6]. وكان هو وأصدقاؤه الميالون لعلـم الميكانـيك - ومن بينهم **ديكارت** - قد أدانوا أصحاب المذهب الطبيعـي، كمـا أدانوا كذلك الأرسطوطاليين، وسعوا من خلال العلم الجديد إلى أسس لاستقامة مسيحية جديدة تقدمية وعلمية.

وقـد أعطى سعي **مرسنّ** وأصدقائه - الذي بذلوه وسط مخاوف مـن استمرار عدم الاستقرار السياسي - شدة ضارة للجدال الفرنسي حـول المذهب الطبيعي في مطلع القرن السابع عشر. ولا بد من رؤية الجـدال يثور ضمن شروط كان الشكوكيون قد وضعوها. كانوا قد مدحوا العلم الجديد من حيث أنه قد تحدى **أرسطو**، ثم ذهبوا نوعاً ما

باتجاه خاطئ لاستخدام التحدي الذي قدمته إنجازات **غاليليو** ليجادلوا بأن العلم لا يستطيع ادعاء التيقن من أي شيء.

وقد هاجم الشكوكيون العلم، تماماً في الوقت الذي أثارت المعرفة العلمية الاهتمام لدى النخبة المثقفة من غير رجال الدين. وبحلول عام 1632 كانت مؤسسة باريسية غريبة قد تطورت لتلبي اهتماماتهم. وكان هذا المركز، أو **مكتب الخطاب** Bureau d'address كما سموه، قد تأسس من قبل أحدهم، **تيوفراست رنودو** Théophraste Renaudot (توفي عام 1653)، وكان مثقفاً موظفاً لدى رئيس وزراء الدولة، **ريشليو** Richelieu، وبالتالي كان بيروقراطياً صغيراً في الدولة التي كانت تجري عملية مركزتها، والتي كان هو يناضل من أجل إحداثها. كان **رنودو** أيضاً ناشراً، ورجل مجتمع، وملتزماً بالعلم الجديد. وفي مكتبه كان يحتشد صغار النبلاء، و*سادة المجتمع*(*) ***gentilhommes***، والتجار، والمصرفيون، والمحامون، في اجتماعات أسبوعية مع أصحاب المهن، وحتى الحرفيين، ويتشاركون في حماسهم المشترك حول كل المعرفة الجديدة من النوع العملي وبشكل خاص حول العلم.

ولفائدتنا العظيمة، نشر **رنودو** تقارير عن تلك التجمعات تكشف الانتقائية المؤلفة الفائقة - وللمقللين من قيمة هؤلاء، كانت هذه تمثل الارتباك الفائق - التي كانت سائدة في أذهان الطبقات المثقفة حول الأساليب التي يمكن من خلالها فهم الطبيعة[7]. كانوا يسعون وراء نوع من المنهج "الصحيح" الذي يمكن بواسطته استكشاف العالم. كان الأرسطوطاليون ما زالوا مهيمنين؛ ولكن شاركهم في المناظرات أعضاء في جمعيات سرية، ومؤمنون بعدد من التوجهات الصوفية وكذلك بعض أتباع **براسلسوس**. وكان أولئك النقاد لمهنة الطب موجودين

(*) تذكير بالنظام الطبقي الذي كان سائداً. [المترجم]

بأعـــداد كبيرة في اجتماعات باريس، وكانوا قد تبنوا أفكار إصلاحي الطـــب في القـــرن السادس عشر، الألماني **پراسلسوس**. ففي توجه من ضـــمن المـــذهب الطبيعـــي، كان يجادل لصالح العلاجات الطبيعية، ولاستـــشارة النجوم، وللعودة إلى قوة الطبيعة في الشفاء، على عكس علاجـــات ســـحب الدم والأتعاب العالية لممارسات الأطباء الرسميين لـــذلك العصر. وفي **المكتب** ظهرت حتى بعض الاهتمامات بالميكانيك التطبيقـــي، لكن العلوم المفيدة للصحة أو للتجارة كانت موضع اهتمام الـــبورجوازية، والنبلاء أيضاً، الذين كانوا يسعون وراء الحقيقة. وقبل وصـــول أخـــبار إدانة **غاليليو** إلى باريس كان زوار **المكتب** يناقشون لصالح مركزية الشمس الكوبرنيكية.

وقد كشفت الاجتماعات الأسبوعية وجود سوق للعلم في باريس مطلـــع القـــرن الـــسابع عـــشر - يقـــارن بما كان موجوداً في لندن وأمستردام - كما ذكرتنا بأن لغة الفلسفة الطبيعية كانت قد دخلت في ذلـــك الـــوقت في المحادثات العادية. وضمن الخطاب المثقف، كانت الأرســـطوطالية تـــثير عدم الرضى، رغم أنها كانت ما زالت منتشرة؛ ولكـــن لم يكن هنالك بديل متماسك بعد يحل محلها، باستثناء المذهب الطبيعي وترابطاته البِدَعية أو الشكوكية. وبالنسبة لأولئك الذين كانوا يـــريدون خطاباً مثقفاً وعلمياً - يضمن الاستقامة في الدين والنظام في الدولة - كان هذا المأزق خطراً جداً على الأوضاع.

كانت الأرسطوطالية المنتظمة للسكولستيكيين غير قابلة للتصالح ببـــساطة مـــع العلـــم الجديـــد، سواء كانت عقائد مركزية الشمس لـــ **كوبرنيكوس** أو علم الميكانيك لـــ **غاليليو**. وبدون الثورة الفلسفية التي أطلقها **ديكارت**، كان يمكن للقدرات الفكرية الفائقة الكامنة للعلم الجديـــد أن تبقـــى محـــرمة في المـــسيحية المستقيمة، وبشكل خاص

الكاثوليكية. وبهذا القدر، كان يمكن أن لا يتم استيعاب العلم في الثقافة الأوروبية العليا السائدة خارج أوروبا البروتستانتية. وقد حوّل **ديكارت** علم الميكانيك والرياضيات إلى أسس لفهم جديد بالكامل للطبيعة، له تداعيات مباشرة للمؤسسات الإنسانية.

وعلينا أن نسأل: لماذا حدثت الثورة الفلسفية أولاً في فرنسا، وليس في إيطاليا أو هولندا المكانين الوحيدين في القارة الأوروبية حيث وصل علم الميكانيك إلى تلك الدرجة من النضج التجريبي؟ بكلمات أخرى، لماذا كان **ديكارت**، وليس عالم الميكانيك العظيم للأراضي المنخفضة **إسحاق بيكمان** (1588-1637) - والذي كان له تأثير كبير عليه - هو الذي أنجز اللُحمة الفلسفية التي جعلت من **ديكارت** الفيلسوف الطبيعي الأعظم والمروج للعلم الجديد في جيله؟ وقبل أن نستطيع تقدير إنجاز **ديكارت** - والذي جعل من علم الميكانيك واحداً فقط من سمات التأسيس الجديد للاستقصاء الإنساني، وكذلك مصدراً لنظام كوني جديد - علينا أن نتفحص باختصار أفكار **بيكمان**، الفيلسوف الطبيعي الوحيد خارج أوروبا الإصلاح الديني المعاكس الذي كان قادراً على إنتاج مثل هذه اللحمة العظيمة في الفلسفة الطبيعية بالارتكاز على المفاهيم الميكانيكية.

بيكمان والفلسفة الميكانيكية في هولندا

حتى قبل **غاليليو**، لا بد من الاعتراف بـ **بيكمان** كأول فيلسوف ميكانيكي في **الثورة العلمية**. كان هناك ميكانيكيون قبله، ومعاصرون له، لكن أياً منهم لم يطور مقاربة فلسفية منتظمة للإشكالات الميكانيكية؛ واحدة افترضت البناء الذري للمادة وحددت الفلسفة الميكانيكية للاحتكاك بين الأجسام على أنها المفتاح لكل القوى

الطبيعية ولكل مظهر للحقيقة، من نواعير المياه إلى الأصوات الموسيقية. وعـــندما قابل **ديكارت بيكمان** للمرة الأولى، في البلدة الهولندية **بريدا** Breda، في عـــام 1618 اعترف الفيلسوف الفرنسي بسرعة على أنه "أســتاذه". وقد تناقشا حول كل مظهر للحركة. وعلمه **بيكمان** على الــتفكير المنتظم بتجمعات الذرات والفضاءات الفارغة على أنها لبنات البناء للمظاهر التي نراها حولنا.

لكـــن بـــ**يكمان**، الأقـــرب إلى التواضع، لم يطور أبداً فلسفته الميكانيكية إلى طريقة تفكير فلسفية كاملة للحياة، كما كان **ديكارت** ســيفعل. ويمكننا أن نفترض أن هذا النوع من النظرة الكونية العظيمة كانـــت غـــريبة عـــن طبع **بيكمان** - كساكن لمدينة في هولندا وابن صـــناعي - وأن نترك الموضوع عند هذا الحد. لكن علينا أن لا نلغي الفـــروقات الحقيقـــية الاجتماعـــية والدينية والسياسية - أي العوامل المحيطة - التي كانت تفصل المدن الهولندية في زمن **بيكمان** عن باريس **جاسندي** Ghassandi **ومرسنّ وديكارت**. ومن البداية، كان **بيكمان** بروتـــستانتياً في جمهـــورية كانت في ذلك الوقت - بعد تمردها ضد إسبانيا - تحت سيطرة رجال الدين الكلفينيين(*)؛ وأهم من ذلك، تحت ســيطرة منظومة حكم مدنية كلفينية، كانت تمارس سلطة كبيرة على رجـــال الدين. كان هناك صراع عنيف بين أنواع الكلفينية الهولندية، وكلـــها تدور حول المصالح السياسية ذات العلاقة والسمعة الشخصية وحـــتى العقـــوبات وأحياناً السجن. لكن رجال الدين، المتميزين عن المجمـــوعات المدنية خارج النظام الكنسي، لم يكونوا يمارسون أي نوع مـــن السطوة المهيمنة التي كان يمكن مقارنتها بتلك التي كان يتمتع بها الإكليروس في فرنسا.

(*) أتباع كلفن Kelvin الإصلاحي البروتستانتي. [المترجم]

كـــان تـــدين **بيكمان** الشخصي ورعاً وعميقاً وفردياً، أقرب بالفعـــل إلى الـــروحانية التي كانت موجودة عند **المتطهرين الإنكليز** الأكثر تطرفاً في مطلع القرن السابع عشر، والذي كان **بايكون** يكنّ لهم القليل من الاحترام. كانت بروتستانتية **بيكمان** المتطرفة تعطيه ثقة مطلقة بأن "الله قد بنى كل الطبيعة بحيث يجعل فهمنا لها... يمكن أن يـــنفذ بالكامل إلى كل الأشياء على الأرض"[8]. كان البروتستانتيون مثل **بايكون** يستخدمون بشكل عادي الاستعارة التي تقول إن الله قد كـــشف عـــن نفسه في كلماته: الإنجيل، وبعمله: الطبيعة. ويبدو أن بـــيكمان لم يكن عليه أبداً أن يناضل ذاتياً ضد الخوف من تحوله إلى الإلحـــاد عـــند مقاربته سواء للنظرية الذرية أو للفلسفة الميكانيكية؛ فانـــتماؤه الكلفـــيني أنقـــذه من النضال الذاتي الذي أدى إلى إنتاج المركب المعقد عند **ديكارت**. ولم يكن على **بيكمان** الكوبرنيكي أن يـــواجه اليـــسوعيين أو إدانة محاكم التفتيش. وبنفس الأهمية، واجه **بـــيكمان** الأرســـطوطالية في المـــدارس والجامعـــات الهولندية؛ لكن الإكلـــيروس الكلفينـــيين المتحذرين في الجامعات لم يكونوا يتمتعون داخل تلك المدارس والجامعات بأي احتكار للسلطة التي كانت لدى أندادهم في جامعة **السوربون** في باريس. وفي البيئة الهولندية، لم يكن علـــى المرء أن يبني أساساً جديداً بالكامل للمعرفة لإنقاذ **الاستقامة المسيحية** من ادعاءات الإكليروس، وكذلك لم يكن على **بيكمان** أن يخـــاف مـــن أن يؤدي تمرده الفكري حرفياً لتدمير الكيان السياسي الهولـــندي، أو لـــتدميره شخصياً. ومهما كان عمق الاختلاف الذي كـــان يفصل الكلفينيين الهولنديين أحدهم عن الآخر في مطلع القرن الـــسابع عـــشر - وكان هنالك العديد من الاختلافات - فإن ذلك الاختلاف لم يود إلى سعي الإكليروس ولا الطبقة المدنية الحاكمة إلى

فرض سلطة واحدة متماسكة للدولة على أنها البديل الوحيد للفوضى الداخلية. وفي الحقيقة كان العكس صحيحاً. كان استقرار الجمهورية يرتكـز كـثيراً على السلطة المدينية والمحلية في أيدي التجار والنبلاء الذين كانوا قد نجحوا في أن يحرروا أنفسهم من السلطة الإمبراطورية الإسبانية.

وهنالك صفة أخرى خاصة تتعلق بالوضع الهولندي، والتي سمحت لـ **بيكمان** أن ينمـي اهتماماته الميكانيكية بالكامل. كانت المدن الهولـندية هـي الأكثر توجهاً للتجارة في العالم الأوروبـي؛ وكانت الـصناعة المعتمدة على اليد البشرية قد ازدهرت. كان **بيكمان** نفسه يـصنع الشموع وكذلك كان يبني قنوات مياه. وأثناء تنامي اهتماماته الميكانيكـية كان يتخالط بسهولة مع التجار والبحارة والأطباء. وكان يلتقـي مع أصدقائه في "مجتمعه" الميكانيكي الخاص - *كلية الميكانيك het collegium mechanicum* - حيث كان رجال عمليون ومتعلمون يطبقون اهتماماتهم الميكانيكية على نواعير المياه أو على معضلات الإبحار؛ كـان ذلك في زمن كانت التجارة الهولندية تتوسع في كل مكان. ونفس الرجال العمليين الذين سوف يمدحهم **ديكارت** في كتابه المشهور *خطاب حـول النهج Discourse on Method* (1637) كانوا قد ثبتوا أنفسهم جـيداً وبأمـان، في نفس الوقت بالمعنى الاقتصادي والسياسي، في مطلع الجمهورية الهولندية. وبالفعل كان **ديكارت** قد أخبرنا أن الطاقة والوصول إلى المطابـع والتـسامح النسبـي للجمهورية الهولندية، كانت كلها من المـبررات الـتي جعلته يختار في عام 1628 أن يعيش هناك في هولندا لفترة كـان لها أن تستمر حوالي عشرين سنة. وبدون مفاجأة، كان نظامه للفلسفة الميكانيكية سيأخذ مداه في جمهورية هولندا في سنوات الـ 1660. لقد قاومه الإكليروس الكلفيني المتصلب ولكنهم لم يستطيعوا وقفه[9].

المعنى الاجتماعي للديكارتية

كانت ظروف فريدة توفرت في مطلع القرن السابع عشر في المجتمع الفرنسي قد أدت إلى تدعيم المركّب الديكارتي. وقد سمحت تلك الظروف - بالفعل تطلبت - ثورة فكرية من النوع الذي قدمه **ديكارت**، إذا كانت لتلك الظروف أن تجد حلاً. وقد كان في أعلى قائمة تلك الظروف القلق الشامل لإعادة اليقين إلى المعرفة بدون أن يؤدي ذلك إلى تشجيع الاحتكار الذي كان يتمتع به الإكليروس السكولستيكيين. كانت هنالك حاجة أيضاً لتوفير أسس جديدة للسلوك الأخلاقي والسياسي المساند للحكومة المركزية. فبدون أسس جديدة، لا يكون ممكناً تحقيق استقرار طويل المدى. بالإضافة إلى ذلك، كانت إدانة الكوبرنيكية قد وضعت الإصلاح الفكري في مأزق عميق: أطع واخسر فرصة الإصلاح، أو غيِّر توجه الفلسفة بشكل دراماتيكي، بعيداً عن **أرسطو** وعن المدارس القائمة.

ورغم أنه كان شخصياً قريباً من العديد من رجال الدين، وكان قد تعلم لدى اليسوعيين، إلا أن **ديكارت** كان يتكلم بشكل أساسي إلى النخب المدنية من غير رجال الدين. وقد كتب بالفرنسية إلى "جمهور مدني علماني منفتح على الأفكار الجديدة"(10). وقدم العلم على أنه حليف لاهتماماتهم وعواطفهم الشديدة، كما جعل واضحاً رغبته لتطويع هذه المعرفة الجديدة والاهتمامات المتناقضة للنخب المنظمة كلها لتخدم حكومة مركزية قوية. كان يبدو أن البديل الوحيد للملكية المطلقة في مطلع القرن السابع عشر في فرنسا هو فوضى الحقد الديني والحرب الأهلية التي قادتها المؤامرات الكبرى. وفي مقابل هذه الاحتمالات، أخذ العديد من الفلاسفة الفرنسيين المعاصرين لـ **ديكارت** - ورجال دين مثل **مرسنّ** و**جاسندي** - يبحثون عن نظام فكري جديد. كان

ديكارت هو الذي أنجز هذا المركب الذي وضع العلم الميكانيكي الجديد في إطار يمكن أن يكون مقبولاً، ليس كهرطقة للمذهب الطبيعي ولكن على أنه الحقيقة العميقة. وبين متاهات الشكوكيين والتحرريين المتطرفين، وأنصار المذهب الطبيعي، وأنصار **هرمس**، قطع **ديكارت** فاصلاً يجمع العلم الجديد مع قدرة الفرد على الرغبة في الحصول على المعرفة الخاصة به، أو بها. وفي رسائله إلى النساء جعل **ديكارت** واضحاً إيمانه بأن رسالته كانت شاملة للنساء كما للرجال. كان إعلانه "أنا أفكر، إذاً أنا موجود"، عندما كان يُجمّع مع الدعم الذي كان هو وأتباعه يعطونه عن وعي ذاتي للسلطة الشرعية - في البيئة الفرنسية للملكية المطلقة وفي البيئة الهولندية للطبقة المدينية والمدنية الحاكمة - يربط العلم بأهداف اجتماعية، هي النظام والاستقرار. وفي الدولة المطلقة السلطة التي حكمت فرنسا حتى عام 1789، بقي المثال الديكارتي للعلم في خدمة النظام، المفروض من قبل ممثلي الدولة، هو الهدف الثابت والمتماسك.

مقتنعاً بعمق بأن الله وحده يثبت إمكانية الحقيقة، آمن **ديكارت** بأنه يمتلك مهمة مقدسة ليراجع بالكامل المناهج المقبولة في التعلم، وليقيم منهج التحليل الرياضي كمفتاح لكل معرفة[10]. وهو يخبرنا أن تلك المهمة جاءت إليه في الحلم في عام 1619، قبل فترة طويلة من عام 1637 عندما نشر كتابه المشهور *خطاب في المنهج*[11]. وبحلول عام 1619 كان **ديكارت** قد وصل إلى تعريف المادة كما كان يمكن أن يقوم به الرياضي. وهي ببساطة امتداد، الشيء الذي يملأ فضاء، وكل الصفات مثل اللون والوزن هي ببساطة مصادفات - كما هي - نتجت عن حجم المادة أو حركتها النسبية. تخيل في ذهنك مثلثاً ثلاثي الأبعاد، له طول وعرض وعمق، ثم أسقطه إلى الفضاء. ما سيقع داخل حدوده (لا

توفر أي لون؛ ولا تتصور أية مادة محددة مثل الخشب، إلخ...) سيكون مملوءاً بخليط من جسيمات صغيرة جداً؛ تلك هي المادة، ولا بد للذهن أن يستوعب التركيب المجرد للمادة بوضوح وبتميز، تماماً كما يتصور رياضي الأرقام البسيطة، والخطوط والمنحنيات، أو كما يقوم ممارس للفن الميكانيكي بمقاربة معضلة في حركة بسيطة محلية، مختصراً إياها بشكل مجرد إلى خطوط ونقاط. وإذا أردت أن تتصور كيف يتحرك المثلث، تخيل مثلثاً أكبر يصطدم به. ثم اصنع عدداً قليلاً من مثل هذه المثلثات من مواد مختلفة، وابدأ بصدمها ببعض. وأنت تقيس المسافة المقطوعة، إلخ... جرب، مثل **غاليليو**، أن تكتشف القوانين التي تحكم الأجسام في حركتها. تذكر أن الهواء أيضاً يمتلك جسيمات على تماس دائم؛ كان **ديكارت** (على عكس **نيوتن**) لا يسمح بوجود فراغ في الطبيعة. ومثل هذه المقاربة للطبيعة - وهي في الأصل رياضية واستدلالية ومجردة وتزداد ببطء في التطبيق - كانت متناقضة مع التربية الشكلية التي غالباً ما تُحفظ عن ظهر قلب والتي كانت تعطى في المدارس. وهي لم تكن تلتقي بشكل جيد مع التعريف السكولستيكي للمادة الذي كان يفترض أن الصفات، مثل اللون والتركيب الذاتي، كانت متأصلة في الأجسام. وفي التصور السكولستيكي كان الشكل يرتب مادة لا شكل لها في مثلث؛ ويكون للمثلث تركيب ذاتي ولون ووزن ناتجة كلها عن طبيعة المادة التي يتشكل منها - إن الأرض ثقيلة وهي ميالة للسقوط، والنار خفيفة ومتبخرة، تصعد إلى أعلى، وهكذا - وهذا ليس بسبب حجمها أو الضغوطات التي تتعرض لها[12]. فالثورة الفلسفية التي تقع في المركز في إنتاج العلم الحديث - وبالتحديد التصور الميكانيكي للطبيعة - كانت قد حدثت قبل ذلك في ذهن **ديكارت**، قبل أن يسعى إلى استقطاب جمهوره في كتاب *الخطاب*.

وإذا سـألنا أنفسنا من سعى **ديكارت** أن يخاطب عندما نشر *الخطـاب* (أولاً في هولـندا عام 1637؛ ثم في باريس بعد أن قُبل من المـراقبين) نجـد جـواباً في الأطروحات العلمية التي كان هذا الطرح مقصوداً أن يكون مقدمة لها. فكتاب *الانكساريات Dioptrics* مثلاً، أثـار عداء علميي أواخر القرن السابع عشر، لأنهم كانوا يعتقدون أن **ديكارت** لم يكن في تلك الأطروحة قد أثبت بالفعل قوانين الانعكاس والانكـسار للضوء. وهو قد استعمل الدعاية الدينية لادعاء اكتشافه. ومـثل تلك الاعتراضات كانت تشوش على هدف **ديكارت**. فعندما كان يعمل بالافتراض أن الضوء يُبَثّ بشكل فوري، وعندما قام بتقصي مساراته، قام ببساطة - كما أنه وضح ذلك بالصور - بطرح تصريحاته عـن انعكـاس الضوء وانكساره معتمداً التحليل المنطقي، بالمقارنة مع الأمـثلة الميكانيكـية التناظـرية للكرات المرتدة وغيرها من الأجسام المتحـركة. فالسلطة التي كانت للمفاهيم الميكانيكية سمحت بمثل تلك التصريحات. وبين ذلك الجيل الأول من ميكانيكيي القارة الأوروبية لم تكـن تلـك الانتعاشـات الفكـرية تـشجع بالضرورة الاستقصاء التجريبـي.

كانت أطروحته عن البصريات تتضمن أكثر بكثير من القوانين التي اشتهرت بها. فهي قد عالجت الضوء؛ والعين؛ والحواس؛ والطريقة الـتي تـشكل الشبكية بها الصور؛ التلسكوبات؛ وليس أقله الطرق الأفـضل لقطـع العدسـات. باختصار، كانت تستهدف في البداية الممارسين الأذكياء لطحن العدسات[13]. وكما وضعه **ديكارت**: "إن تنفـيذ الأشياء التي سوف أقولها يجب أن يعتمد على عمل الحرفيين، الـذين في العادة لم يكونوا قد درسوا أبداً. سأحاول أن أجعل نفسي مفهوماً للجميع، وأن لا أترك أي شيء، ولا أن أفترض أي شيء قد

يكون أحدهم قد تعلمه من علوم أخرى"[14]. وصوت **ديكارت** الذي يساوي بين الجميع يجب أن لا يحجب عنا أصوله الأرستقراطية بالذات، ولكن يجب أن ينبهنا إلى طريقته في الوصول إلى هدفه. فقد قصد أن يتحدث إلى أبعد من الدائرة الداخلية للفلاسفة الطبيعيين ومخالطي البلاط ورجال الدين الذين كانوا يمارسون العلم. كان قد كتب لأي رجل - وبالواقع لأية امرأة - كان يمتلك مهارات جيدة للقراءة وبعض التدريب المهني الرسمي. ومتأخراً في القرن العشرين أصبح الهجوم على **ديكارت** شائعاً لأنه فكر بشكل مجرد حول "الرجل"، ولكن معرفة ما قاله فعلياً ولمن قاله، يقلص تلك النظرة الهجومية إلى رسم كاريكاتير.

وبنقشة كليشيه لفلاح بسيط كانت أعماله مضاءة بنور الألوهية مزيّنة لصفحة العنوان، يتوجه *الخطاب* إلى جمهور لم يتدرب في الكليات السكولستيكية، أو لذلك الجمهور الذي كان على الأرجح غير راض عن المناهج القديمة للتعليم، لو كان مثل هذا الجمهور موجوداً. وفي *الخطاب* في الواقع، كما ذُكر، مقدمة للأطروحات العلمية الثلاث سعى فيها **ديكارت** إلى إقناع رجال الأعمال والتجار العمليين ولكن المتعلمين، من بين آخرين، بالفلسفة الميكانيكية الجديدة؛ وبالفعل بالمنهج الجديد للتفكير الذي تمّ توضيحه في الأطروحات التي تلت. وفي حين كان **ديكارت**، كأحد الوجهاء، قد تنقل بشكل واسع في دوائر النبلاء الصغار وبين النخب المتأدبة وواسعة المعرفة في باريس وأمستردام، فقد سعى كذلك لاجتذاب اهتمام الرجال الذين هم فقط من نوع أولئك الذين كانوا يترددون إلى **مكتب الخطاب**. وكان الأخيرون بالتحديد هم من نفس المجموعات التي كانت سياسات الملوك مطلقي اليد في تلك المرحلة - لويس الثالث عشر ثم بعد ذلك لويس الرابع



ديكارت في مكتبته يكتب *الخطاب* وفي طريقه يدوس بقدمه على أرسطو (بالإذن من المكتبة الوطنية في باريس)

عشر - قد سعت لاجتذابهم في نفس الوقت، بدون أن تنفر بشكل خطر النخب الإقطاعية القديمة[15]. كانت دعوة **ديكارت** قد سعت إلى نفس الجمهور، ذلك الذي كان بإمكانه أن يقدر المنافع التي تتأتى عن الاستقرار والتوسع في الأنشطة التجارية. وقد أصبحت مقدمة الأطروحات الثلاث النص الأكثر شهرة بين كل ما كتبه **ديكارت**، وعلى الأرجح الوثيقة الأكثر شهرة والأوسع قراءة بين وثائق الثورة العلمية.

ركــزت الرسالة الديكارتية على الذات وعلى الانضباط الذاتي. ودعــت إلى أن تكــون الذات، واهتماماتها وعواطفها الشديدة، هي الحَكَــم الأول للمعــرفة. وقد دعا **ديكارت** قرّاءه بكل البلاغة البراقة لداعية جديد يدعو لفكرة جديدة براقة[16]. وقد بدأ كتاب *خطاب في المــنهج* بافتــراض التساوي النسبــي لدى جميع الناس في الحس العام الفطــرة الــسليمة الــذي هو من السمات الأوسع شيوعاً بين البشر. وكانت دعوته مباشرة إلى الحس العام لدى الناس؛ وبالفعل فقد طمأنهم بأن عقله هو شخصياً كان في الحقيقة "عادياً"[17]. وموجهاً ضربة قوية إلى السكولــستيكيين، أشار إلى أنهم، حتى هم، كان عليهم أن يعترفوا بالتــساوي الأساسي للبشر في "الأشكال" أو في "الطبيعة"، ولكن ليس في "الأحــداث الصدفية". وسوف يمضي **ديكارت**، كميكانيكي، في إزالة حتى "الأحداث الصدفية" من الطبيعة والفلسفة.

وبالــرغم مــن أن عقله كان عادياً، فقد أبلغ **ديكارت** قراءه أنه كــان قد وجد منهجاً جديداً "لزيادة معارفي"، وبأنه قد حقق تقدماً في البحث عن الحقيقة. وهو لن يتواقح فيعمل على تعليمه، ولكن سيسعى فقط "لإثبات كيف حاولتُ أن أوجه "تفكيري. وقد تحاشى **ديكارت** دور المعلــم المتحذلق لرجال الدين المدرّسين، بحيث أنه بــ "صراحتي ســوف يتم قبولي من الجميع". ثم يمضي إلى تدمير ما تعلمه في شبابه، بالرغم من أنه كان "في واحدة من أشهر المدارس في أوروبا". فكل ما تعلمــه في النــصوص وفي "الخفايا والعلوم النادرة" لم يعطه في الواقع "معرفة واضحة وإيجابية لكل شيء مفيد في الحياة". وبالطبع، قام ببعض الــتمارين الفكرية القيِّمة، ولكن في النهاية "كان قد تعرض لهجوم من العديــد مــن الــشكوك والأخطاء". وقد توجه **ديكارت** مباشرة إلى الشكوكيين؛ وبالفعل فهو قد تعرف حتى على مأزقهم.

كانت الطريقة للخروج من مستنقع التحذلق والشكوكية تكمن بالإمساك بما كان يرضي "الحشري" (مثلاً، أولئك الذين كانوا يتمتعون بحياة ثقافية من أجل ذاتها) وكذلك "بالتخفيف من عمل الرجل". فالرياضيات تثبت "اليقين والبرهان البديهي بتحليلها المنطقي"، ليس أقله، فائدتها للفنون الميكانيكية. وبإمكانها تهذيب الإحساس العام الذي نمتلكه كلنا؛ ويمكنها أن تعلمنا أن نجعل أفكارنا "واضحة ومفهومة". وهي وحدها المناسبة لمن كان عليه أن يفكر بحذر حول القضايا "التي تؤثر عليه عن قرب"؛ وتحليلاتها المنطقية هي أعلى بكثير من تلك التي يعلّمها الرجال وحدهم في دراساتهم التي "لا تنتج أي تأثير ملموس"، والتي هي بعيدة عن الحس العام. واللاهوت، عبوراً، يمكن أن يُترك لأولئك الذين يمتلكون بركة خاصة من السماء وليس لـ "إنسان عادي" مثل **ديكارت**. وكذلك فإن الفلسفة التقليدية هي بعيدة عن أن تكون أكيدة. وأما بالنسبة للخيمياء والتنجيم والسحر وما يرتبط بها من المذهب الطبيعي، فإنها من الأفضل أن تترك "لأولئك الذين يتفكرون بأنهم يعرفون أكثر مما يفعلون".

كانت استراتيجية **ديكارت** البلاغية أن يطرح نفسه عارياً، وأن يعترف بتفاصيل حياته الخاصة. هو لم يتعثر بالصدفة بمنهجه؛ كان عليه أولاً أن يتقصى "الكتاب العظيم للعالم" والبلاطات والجيوش، حيث أنه، كوجيه بالرتبة والتعليم، كان قد التقى "أناساً من مختلف الأمزجة والمراتب". وانطلاقاً من تجربة قد عاشها توصل إلى الاعتماد على نفسه فقط وعلى عقله، الذي تهذب بالرياضيات. وفي واحدة من أقوى المجازات في *الخطاب* قام **ديكارت** برفض حكمة العصور مقارناً لها بـ "المدن القديمة" التي بنيت على أسس من أنقاض العصور القديمة والعصور الوسيطة. وبرؤيا مستقبلية يستطيع المرء أن يتخيل – كما تمّ

تـــشكيل المدن المرتبة والجديدة نسبياً في الجمهورية الهولندية بانتظامها المخطط والهندسي - كيف كان يمكن لـــ **ديكارت** أن يجعلنا نبني مدناً مـــصممة، كما كانت تلك المدن تبدو له، من قبل "مهندس معماري واحد... من قبل إرادة إنسانية تعمل تبعاً للعقل". كانت إرادات الرجل الـــديكارتي، أو المرأة الديكارتية - حيث أن **ديكارت** تحدث بصوت متـــساو إلى مراسِـــلاته مـــن النساء، وكذلك كان يأمل، لقارئاته - باســـتعمال العقل، لإحداث ما تريد بالنسبة لذاتها و"للتقليل من عمل الرجل".

وبتوجهه إلى الأنفس والإرادات أصبح **ديكارت** على أرض خطرة بالنـــسبة لحاجات النظام العام. فمثل ذلك الشخص الذي يمتلك إرادته قد لا يلوي إرادته أو منطقه من أجل الدولة. فقد نصح **ديكارت** قراءه بـــأن قـــوانين الخالـــق والدولـــة فقط هي التي جعلت من الأوروبيين متحـــضرين. وبالتالي فمن "غير المنطقي للفرد أن يتصور خطة لإصلاح **الدولة** بتغيير كل شيء من الأساسات". - فكم يكون بلا معنى تدمير "كـــل البيوت في بلدة لسبب وحيد هو إعادة بنائها" -. بدلاً من ذلك فـــإن الـــنهج الديكارتي يهدف فقط إلى تنظيم حياة الأفراد. ومهما كان الـــسعي الشخصي صعباً، فإنه أسهل بكثير من الصعوبات التي قد تنشأ مـــن "تغيير أقل الأشياء التي تؤثر على **الدولة**". "فقط الأنفس المتطفلة والقلقـــة - قـــد نفكر هنا بالأرستقراطية العليا أو البورجوازية الأقل الـــصاعدة - والتي لا تمتلك "لا الحق بالولادة ولا الحظ لإدارة الشؤون العامـــة" هـــي التي تتآمر باستمرار لإصلاح الدولة؛ ويجعل **ديكارت** واضـــحاً تمامـــاً أن لا أحـــد "يستطيع أن يشك في أن لديَّ مثل هذا الجـــنون". ومنفصلاً عن صوت المساواة الذي كان يستعمله إلى تلك النقطة، قال **ديكارت**، إن قلة من الأشخاص فقط قادرون على التفكير

المنتظم الذي أراده لنفسه، فالغالبية هي إما مشوشة أو تتبع ببساطة "آراء الآخرين".

كان **ديكارت** يدعو كل النفوس القلقة التي قد تُغرى بالتدخل في شؤون الدولة للحاق به في مشروع من نوع مختلف تماماً، فقط لإعادة بناء أساسات عقولهم هم، "في محاولة استخدام أيديهم في هندسة بناء" من النوع الأكثر جذرياً، لإعادة تنظيم الفكر، تحني الإرادة تبعاً للمذهب الرواقي![*] لضبط الذات، "لتغيير شهواتي بدلاً من تغيير نظام العالم"، تلك هي المهمة الراهنة[18]. كانت الجائزة التي وعد بها **ديكارت** أولئك الذين يتبعون منهجه العلمي ليست أقل من السيطرة على الطبيعة. بالمقارنة، هو قد يجعلنا نؤمن، بأن تغيير اختلالات غير مثالية في الدولة هي قضية تافهة، وخطيرة. وقد رأى **ديكارت**، ربما مبكراً أكثر من أي أوروبي آخر، باستثناء أولئك الذين تجمعوا حول **غاليليو** في أوروبا، أن العلم في الأيدي الصحيحة يعد بالنظام والتقدم في العالم المادي بدون تهديد بإطلاق الفوضى التي كانت تخاف منها الدول الحديثة، في مطلع عهدها، قبل أي شيء آخر. وهو حتى قد أعطى قائمة من القواعد لاتباعها: "لا أقبل أي شيء على أنه حقيقي إذا لم أكن أعرف بالبرهان أنه كذلك". تجنبْ الأحكام المسبقة، ضمِّن في تحليلك المنطقي فقط ما يقدم "ذاته بشكل واضح ومتميز"، بشكل لا يمكن الشك به؛ أي ركِّز على الأشياء الحقيقية أو على القواعد التي تشرح كيف تعمل تلك الأشياء، رتب أولوياتك، ابدأ بالبسيط ثم اذهب إلى المعقد، افرض ترتيباً ظاهراً حتى ولو لم يكن موجوداً بالفعل، احفظ سجلات كاملة ولوائح لكل ما تفعله.

(*) stoicism: "الرواقية" مذهب من الفلسفة الهللينية نشأ في أثينا القديمة في القرن الثالث قبل الميلاد، ويركز على الحكمة والتحرر من الانفعال. [المترجم]

ومـــنهج **ديكارت** هو في نفس الوقت علمي ومنطقي، رغم أنه ليس تجريبياً بشكل صارم بمعايير ما بعد-**نيوتن**، وهو يبرز على أنه أول تفـــصيل واضـــح للمنهجية العلمية الجديدة وجد في الفكر **الغربـــي** الجديـــد. وهـــذا الـــنموذج للوضوح الفكري يعتمد كثيراً على تجربة **ديكارت** كعالم رياضيات، "يترك الترتيب الصحيح لشيء ما ليستنتجه مـــن مـــا كان يسبقه". وبالتالي أصبح الاستدلال، بدلاً من الاستنتاج الـــذي يعـــتمد علـــى التجربة والتجريب العملي، هو السمة المميزة للديكارتية في القرن السابع عشر. ولسنا بحاجة لنظن أن الديكارتية لم تكـــن تستطيع أن تكون تجريبية، فقد كانوا (الديكارتيون) كذلك في أواخـــر القـــرن السابع عشر في إيطاليا[19]. ولكن على العموم، بقي الديكارتـــيون الفرنـــسيون نظريين بشكل حصري. والتراث المشترك للديكارتـــية والتعاليم السكولستيكية يمكن أن يفسِّر واقع أنه مع حلول سنوات الـــ 1790 كانت الكليات الفرنسية ما زالت فقيرة في أجهزة التعليم اللازمة للتطبيقات الميكانيكية.

كانـــت السمة الأكثر إذهالاً في طريقة **ديكارت** هي الجذرية التي أعطاهـــا للفـــرد في التفكير العلمي. وفي حين أنه سعى دائماً "لإطاعة القوانين والعادات لبلدي"، لا بد أن **ديكارت** - ومن المفترض أولئك الذين كان يمكن أن يتبعوه - قد شكك بكل سلطة فكرية أخرى. فقط الـــذات، وبـــتحديد أكثر، العقل المفكر - "أنا أفكر، إذن أنا موجود" (التعـــبير الأكثـــر شهرة *Cogito, ergo sum*) - هو ما يجب اعتباره كمعطـــى لا يُناقش. والواجب الأول للشخص العلمي هو أن يبحر في رحلـــة فكرية طويلة تبدأ بالشك وتنتهي بتأكيد الذات. وبشكل مثير، اخـــتار **ديكارت** أن يأخذ مثل تلك الرحلة الطويلة، كما يخبر قراءه، عـــندما كان يعيش في هولندا - حيث كان المجتمع قد أصبح في حالة

انتظام عالية. وحيث "كان الناس المشغولون يهتمون أكثر بأعمالهم بدلاً من أن يكونوا حشريين حول أعمال الآخرين، بما يسمح للفيلسوف بأن يعيش بأمان. وعندما ورط **ديكارت** نفسه في شجار إيديولوجي هادر مع المعادين الهولنديين للديكارتية، وعندما حاول أن يروج لتعليم فلسفته في **أوترخت** Utrecht و**ليدن** Leiden، كان يقف بشكل مستمر إلى جانب الحكام ضد رجال الدين المتشددين الثيوقراطيين(*). والتخيل بأنه لم يكن عند **ديكارت** اهتمامات سياسية، حتى في وطنه الثاني هولندا يعني إهمال البراهين التي نمتلكها نحن الآن.

وبالرغم من أن **ديكارت** ثمّن بعمق النظام والاستقرار، كان تراثه الأساسي، وبشكل ساخر، يستلزم فردية جذرية. ومن السمات الأكثر إدهاشاً في رسالته كان إصراره على أنه حتى فكرة الخالق لا بد من أن يتم تصورها في العقل البشري قبل أن يتم الاعتراف بأن الكائن الذي تصفه هو موجود حقاً. وإيمان **ديكارت** بالخالق لا يشوبه أي شك، وهو معبر عنه في كل كتاباته، لكن منهجه في تأكيد وجود الله يترك القليل من الضرورة لأخذ تبشيرات السلطات الدينية كمصدر أساسي لتدين الأفراد. وبشكل مقلق لتلك السلطات أيضاً كان الميل – ضمن أفكار **ديكارت** الذاتية ولدى بعض أتباعه – للتعامل مع كل الطبيعة – بما في ذلك كيفية عمل جسم الإنسان – على أنه لا يمكن تفسيرها إلا بالعودة إلى القوانين الميكانيكية. وبدون "الأشكال" في المذهب السكوسلتيكي، تكون الطبيعة قضية حركة فقط؛ من دورة الدم إلى حركة الضوء، "تكون قوانين الميكانيك... هي نفسها كقوانين للطبيعة". وبالنسبة لبعض أتباع **ديكارت** كانت فلسفته تتضمن مساواة البشر. فقط وجود الروح هو ما يجعل الكائنات البشرية منفصلة عن

(*) الذين يطالبون بدولة دينية. [المترجم]

النظام المادي. وفصل **ديكارت** الجذري بين الفكر والجسم يمكن أن يفتح الباب أمام المادية المرتكزة على العلم. بالإضافة إلى ذلك فإن التفكير الديكارتي بالخالق لا يترك سوى مساحة صغيرة جداً للتجربة غير العقلانية العاطفية بالكامل، لما هو إلهي، والتي كانت منتشرة في الحماس الحديث المبكر كما كان يمارسه الذكور والإناث من الأنبياء والمستشرقين للمستقبل.

التراث الديكارتي

استخدم أتباع **ديكارت** المباشرون الفرنسيون - مثل **روؤو** Rouhault (1618-1672)، وفيما بعد **مالبرانش** Malebranche و**رجي** Regis - نظامه لدعم الاستقامة المسيحية وللتبرير العقلاني للملكية المطلقة. **روؤو** ألّف أول كتاب مدرسي ديكارتي *أطروحة في الفيزياء* *Traité de physique* (1671)، طُبع منه اثنتي عشرة طبعة وترجم إلى الإنكليزية عام 1723، وفي حينه ضمّ إليه العديد من الملاحظات الهامشية التي كانت تتناقض مع النص والتي ولا شك أربكت العديد من طلاب كامبريدج الجامعيين. ومتأخراً حتى عام 1740، كانت **مدام دو شاتوليه** Madame de Châtelet، واحدة من أوائل النيوتونيين الفرنسيين، تحاول أن تضعف من تأثيره. لكن عندما ظهر لأول مرة في فرنسا كان الديكارتيون يجاهدون للاعتراف بهم، لأنهم كانوا قد مُنعوا من **أكاديمية العلوم** الحديثة التي كانت تحظى برعاية ملكية[20]. وفي عام 1663 كانت كتابات **ديكارت** قد وضعت على **قائمة الكتب الممنوعة**، وكان هنالك معارضة متنامية من رجال الدين لتراثه. لكن الوزير الأول للويس الرابع عشر، **كولبير** Colbert، كان منفتحاً على التعاليم الديكارتية والبايكونية، وكان ينوي الترويج

للتنميـــية التجارية والعلمية، ولهذا فقد كان يؤمن بتعزيز تدفق سبائك الذهب إلى المملكة.

وقـــد ركز **رووُو** نقاشه حول السيولة ونفيذ الأجسام الصلبة، في تحسين الطرق لفصل الذهب عن الفضة؛ ومعالجته للملح كانت تؤكد علـــى اســـتخداماته الـــتجارية؛ وكان ضغط الهواء يناقش بعلاقته مع الأسلحة الحربية والينابيع. وقد أطلق **رووُو** أسلوباً ديكارتياً في التطبيق يركـــز على الاستخدامات التجارية والحربية للعلم، لكنه لم يعط أهمية خاصة للحركة المحلية أو للأجهزة الميكانيكية الضرورية لتعليم المواطنين مـــن غـــير رجال الدين كيف يسخِّرون المفاهيم الميكانيكية في خدمة الـــصناعة. وقـــد بقـــيت النسخة الديكارتية للتطبيق منتشرة في العلم الفرنسي إلى سنوات الـــ 1750.

لقـــد أعطـــت الديكارتـــية، كما فسّرها الجيل الأول من أتباع **ديكـــارت** الملتزمين، الدعم للربط بين العلم وسلطة الدولة. وقد أدت المنافسة ضد السلطة المتنامية للعلم الإنكليزي - الذي تمت مأسسته عام 1662 في الجمعية الملكية في لندن - إلى زيادة أكثر للأهمية المعطاة للعلم في نظـــام **الملك الشمس**[*]. كان العلم الديكارتي، كما جادل **رووُو** يفند أخطاء المذهب الطبيعي لـــ "العامة"[21] وكذلك للأرسطوطاليين، وكـــان يستحق مكاناً فريداً في ثقافة النخبة المثقفة. فمعرفة علم الكون تـــساعد على دراسة الجغرافية، وبالتالي تساعد في الإبحار والتجارة؛ في حـــين أنـــه كان أساسياً أن يفهم الناس طبيعة المعادن والتربة المعدنية والأملاح وكذلك الطب. فالفهم لكل ما سبق، والقدرة على التحليل المنطقـــي، هـــو للفلاحـــين كمـــا هو للفلاسفة، والكل يحتاج للعقل لأنفسهم.

(*) لقب الملك لويس الرابع عشر. [المترجم]

وقـــد طوع الجيل الأول من الديكارتيين علم الميكانيك لحاجات الرأسمالية التجارية، ولسياسات **كولبير**. وقد تكون الديكارتية قد أثرت ســلباً علــى العقائــد الكاثوليكية – مثل تحول المادة إلى دم وجسم المسيح – كما كان يجادل النقاد[22]، لكن ذلك كان ينظر إليه على أنه غـــير ذي موضوع في الإجماع حول العلم الذي كان يروج له **كولبير**، وفي الـــنهاية أيضاً **الأكاديمية** العلمية. وفي عام 1661 أُلغي حق الرقابة على كل الكتب، ما عدا الكتب الدينية، الذي كان لدكاترة اللاهوت في جامعة **السوربون**، ووُضع في أيدي المستشار، الذي كان له الحق في تعـــيين مـــراقبين ملكـــيين. وبـــبطء كـــان المد سيتحول بعيداً عن السكولستيكيين. كانت براهين **رووُو** وغيره من الديكارتيين تهدف إلى المساعدة في هذا التحول.

والتفـــسير الأكثـــر إيديولوجـــية وشـــعبية للعلـــم الديكارتي أتـــى مـــن أكاديمـــي مـــشهور في **أكاديمية العلوم**، **برنار دو فنتونل** Bernard de Fontenelle (تـــوفي 1757). وكتابه *أحاديث عن تعدد العـــوالم* *Conversation on the Pluratiy of Worlds* (1686) مرّ بخمـــس طبعات خلال أربع سنوات من نشره، وحوالي خمس وعشرين طـــبعة في مختلف اللغات قبيل منتصف القرن الثامن عشر[23]. وقد قدم الكتاب ديكارتية مبسطة لتنوير النبلاء وفلاسفة الصالونات، لكنه أيضاً، وبالـــتحديد، حمّل الكون الديكارتي مهمة تقديم نموذج للدولة مطلقة السلطة. كان الكون العلمي قد أصبح في ذلك الوقت من اهتمام نفس النخبة التي تخالط البلاط والصالونات. ومعرفة الديكارتية كانت تسمح لـــتلك النخـــبة أن تحقـــق معرفة عالية وأفضل بكثير من كل "العوالم" الأخـــرى: تلـــك العوالم لـــ "العامة" ولكل الأجانب. وأهم من ذلك كـــشفت فلسفة **ديكارت** نظاماً مهيمناً وسط التشويشات والحركات

الخطرة التي كانت تسِم أحياناً العالم المادي. كان يمكن لـ **فنتونل** أن تكون لديه قوانين مماثلة تعمل في المجتمع "والتي تثبت البشر في تلك البيئات من الحياة التي تكون طبيعية بالنسبة لهم". ومثل الكواكب الصغيرة التي تتبع قوة حركات الكواكب الأكبر، كذلك فإن الأجسام الصغيرة في كل مكان سوف تقدم الاحترام والتقدير للنفوذ الأكبر للدولة. كان ذلك مثالياً يتناسب بشكل جيد مع أهداف **الأكاديمية** كما قضى بها **كولبير**. فعلى العالم أن يكون خادماً للدولة بدون مصلحة ذاتية له في ذلك[24]؛ وعلى طبقة النبلاء العظماء أن تتأمل ملياً في هذا الدور النموذجي.

ومن المهم الإشارة إلى أن محادثات **فنتونل** كانت مع سيدة أرستقراطية. ففي صالونات باريس المبهورة بالعلم الجديد، كنا نجد البراهين الأولى على اهتمام ذي معنى لدى النساء. كانت الرسالة الديكارتية الداعية للتفكير بشكل منتظم من أجل الذات ما يجذب أي إنسان (رجل أو امرأة) مثقف ليكون تبعاً لها. وبالرغم من أن هذا الاهتمام بالعلم الجديد بين المبكرات من النسوة العصريات لم يوفر لهن إمكان الوصول إلى العلم المؤسساتي، وبالتالي للسلطة، فقد كان بالإمكان إثبات أن اهتمامهن كان موجوداً بشكل مبكر في سنوات الـ 1650، في كل من انكلترا وفرنسا، وبأنه كان يزداد خلال القرن الثامن عشر[25]. فالعلم، حتى في خدمة السلطة المطلقة، كان يمكنه الترويج للحرية الفكرية التي لا تبشر بخير لأولئك الذين يحتكرون السلطة. ومن بين أوائل الفرنسيات صاحبات الدعوة النسوية المنتظمة، كانت الديكارتية **فرنسواز بولان دولابار** Françoise Poulain de la Barre، وجدالاتها للمساواة بين الرجل والمرأة نشرت في سنوات الـ 1670، وكان يستشهد بها من قبل النساء لأجيال عديدة بعد ذلك[26].

وفي الكتاب المدرسي الذي يعزز الديكارتية كنظام جديد بالكامل وشامل لشرح الكون المادي وللتفكير بشكل علمي، سعى مؤيدو الديكارتية الأوائل، من خلال الكلمة المطبوعة والمحاضرات العامة، أن يجذبوا جمهوراً جديداً وحتى أوسع للعلم. وهذه الظاهرة في الانتشار، المرتبطة كما كانت بالمطابع وبالعالم المتوسع للتآخي غير الديني - الصالونات والمقاهي وبيوت القهوة - كانت ربما العامل الوحيد الأهم في جعل العلم الجديد سمة فريدة وحيوية للثقافة الحضارية **الغربية**. وعلينا الاعتراف بأن الدعاة الديكارتيين والمحاضرين في الفترة قبل عام 1700 - والعاملين بالضرورة خارج المدارس والجامعات الفرنسية التقليدية - هم الأوائل الذين سعوا إلى جمهور العلم الأوسع الذي تمّ جمعه في أوروبا القرن السابع عشر. كانوا يعملون حتى بشكل أكثر فاعلية في الجمهورية الهولندية، حيث كانت الديكارتية في سنوات الـ 1660 قد تجذرت بعمق في الجامعات.

ومسح سريع للأدبيات الديكارتية الموجهة للإنسان المدني يكشف نيات المؤلفين والاتجاه العام للعلم الديكارتي الذي كان يهدف لترويج النظام في الدولة وكذلك النمو الاقتصادي. ومتابعاً على خطى جاك رووُو حاضر **بيير سلفان رجي** Pierre Sylvain Regis في باريس والمحافظات. ونشر رسالة **ديكارت** وهو يربطها بالحاجة إلى سلطة مطلقة وإلى النظام في الدولة. وسوف يقود العقل المواطنين ذوي المصلحة الخاصة في هذه الاستقامة المنتظمة، كما تقود قوانين الفيزياء الديكارتية الكون. وبالنسبة لـ **رجي** كانت الفيزياء والأخلاق ترتبط بشكل عضوي، وكلها يجب أن تخدم قضية العقل والنظام في المجتمع والحكومة. وكانت محاضراته تنتقل بدون جهد من شرح لكون **كوبرنيكوس** مرتكز على المبادئ الديكارتية، إلى الأرض، وإلى طبيعة

الهـــواء والمـــاء والملـــح، وإلى خـــواص المعادن والتخمير ونمو النبات، والكيمياء البسيطة عموماً، والريح وحركة البحر ودور الخالق في عملية الخلق وعلم التشريح ومبادئ المجتمع المدني، وطبيعة العواطف الشديدة، وفقـــط في الـــنهاية الأجهـــزة الميكانيكية التي تستهدف توضيح علم الميكانيك الديكارتي[27].

كانـــت محاضرات **رجي** - التي نشرت لأول مرة عام 1690 - تـــتوقع من نواح متعددة الإطار الشعبـــي الذي تمّ اعتماده خلال عقد من الزمن بعد ذلك من قبل أتباع **إسحاق نيوتن** الإنكليز والهولنديين. ولكـــن في واحـــدة من النواحي النقدية، كانت المحاضرات الديكارتية تخـــتلف عـــن المحاضرات النيوتونية التي تلتها؛ فاهتمام قليل نسبياً كان يعطـــى مـــن قـــبل الديكارتيين للأجهزة الميكانيكية التي كانت تهدف للتطبـــيق الصناعي. كان فلاسفة الطبيعة الديكارتيون في أوروبا القرن الـــسابع عشر، يمتلكون، في حالات عدة، رؤية لدور العلم أكثر تقدماً بكـــثير حتى من ذلك الذي كان **كولبير** قد تخيله. ولكن عندما كانوا يسعون وراء الجمهور، كان الفلاسفة والمستمعون معاً يستجيبون للنظام الاقتـــصادي في كـــل مكـــان حـــولهم. ولهذه الدرجة، سيبقى العلم الـــديكارتي، في خطـــه الأمامي، يلتزم السلطة المطلقة في السياسة من الناحـــية الإيديولوجية، كما كان تجارياً في التطبيق من الناحية العملية. بالمقابـــل، بعـــد عـــام 1700 كـــان العلم النيوتوني، بدينه للتجريبية البايكونية، قد أصبح عِلْم الملكية الدستورية والتصنيع المبكر.

ومع ذلك كان الديكارتيون من الطلائعين الحقيقيين للعلم الجديد. وكثيراً ما كانوا يجهدون في مناخ معاد. كانت جامعة السوربون قليلاً مـــا تستفيد منهم؛ وفي النهاية قام أسقف باريس بإلغاء محاضرات **رجي** لأنهـــا "تختلف مع الفلسفة القديمة". وبالرغم من هذه المعارضة، انتشر

العلم الديكارتي في فرنسا، مع أن ذلك لم يكن بالسرعة التي انتشر فيها في أوروبا البروتستانتية. ولكن بالرغم من نموه الفرنسي البطيء، نجح هذا النمو في تثبيت العلم الديكارتي في **أكاديمية العلوم**، وكذلك في حوالي 170 من كليات الفنون الحرة (من أصل 400) أصبحت في النهاية تُدرّس الفلسفة الطبيعية. وفي مرحلة ما كان العلم الديكارتي مستكيناً، ولكنه أثبت أنه من الصعب إزالته. وكما سنرى في الفصل الخامس، بحلول سنوات الـ 1740، عندما كان الميكانيك النيوتوني قد اجتذب النظام التعليمي في انكلترا واسكتلندا والجامعات الهولندية الأساسية، استمرت الكليات الفرنسية بتدريس **ديكارت** بلا هوادة. وكنتيجة لذلك خسر الفرنسيون من الأجيال التي سبقت سنوات الـ 1750 كل نوع من التعليم لميكانيك **نيوتن** وكذلك كل النظرة الفلسفية النيوتونية.

الفصل الثالث

العلم في أتون الثورة الإنكليزية

ليس من حدث واحد في التاريخ المبكر لأوروبا الحديثة قد غيّر مصير العلم الجديد بعمق أكثر من **الثورة الإنكليزية**. فعند انفجارها عام 1640 كان *خطاب* **ديكارت** يُقرأ ويُثمن في دوائر مختارة في انكلترا، في حين كانت الكتابات الأبكر لمفكر العلم ذي التوجه المنفعي، **فرنسيس بايكون**، تمر بمرحلة إحياء ملحوظة. وتماماً كما في فرنسا، كانت قضية تقبل العلم الجديد ما زالت مثار جدال. كان أي تغيير درامي في مفهوم العالم الطبيعي يتطلب إدماج المعتقدات الاجتماعية ذات العلاقة ومراعاة ضرورات السلطة؛ باختصار، إدماج الدين وإيديولوجيا النظام السياسي.

وفي انكلترا أواسط القرن السابع عشر، كانت المصالح والرهانات التي طرحت نتيجة الحاجة للنظام كبيرة بشكل درامي: كان الاختمار الفكري الذي تسببت به الفلسفة الطبيعية قد وقع ضمن محيط أكبر من التحرك القَلِق السياسي والديني من أجل الإصلاح والتجديد. وحوالي العام 1641 كان هذا التحرك القَلِق قد أدى إلى حرب أهلية مفتوحة بين الملك **شارل الأول** والبرلمان. وبالفعل وفرت لغة علم الفلك - التي تدين جزئياً لـ "حركة دوران الأجرام السماوية" التي جاء بها **كوبرليكوس** - المفردات للتغيرات العميقة لسنوات الـ 1640 والـ 1650. وحوالي عام 1660، كانت

مـــصطلحات "الدوران [الثورة](*) والاضطراب" قد أصبحت منتشرة بشكل واسعا

وقـــبل عـــام 1640، كان الإصلاحيون الملهمون دينياً يقذفون مطالـــبهم ضـــد ما كانوا يرونه ملكية عنيدة، وبلاط فاسد، وكنيسة بروتـــستانتية غـــير فعالة. وقد أدت هذه المواجهة في البداية إلى ثورة مسلحة انتهت إلى قتل الملك؛ وصاحب ذلك كله تمرد اجتماعي. وقد نـــتج عـــن كل ذلك تأثير على الشكل والتوجه اللذين أخذهما العلم الجديـــد. واعتماداً على الثقافة العلمية الحديثة فإن الحكم الذي يُعطى هو أن الثورة الإنكليزية قد أعطت للعلم شكله، كما أدت إلى إدماجه في المجـــتمع، لـــيس في انكلتـــرا فقط، ولكن أيضاً، مع انتشار العلم الإنكليـــزي، في معظم العالم الغربـــي. وقد أحاطت الثورة بالتفكير الفلسفي الطبيعي لـــ **روبرت بويل** Robert Boyle (1627–1691)، وأيـــضاً **إســـحاق نيوتن** (1642–1727)، بطرق ساعدت على نمو اهـــتماماتهما الـــتي كانـــت تجريبية ورياضية بالكامل. وانطلاقاً من إنجازاتهما، جاء إلى الوجود المنهج الذي يمزج بين الفلسفة والتجريبية، والذي نصفه اليوم بشكل متميز على أنه العلم الحديث. بالإضافة إلى ذلـــك فقد طرحت الثورة الإنكليزية القضية الأساسية للاستخدامات الاجتماعـــية للعلـــم الجديـــد؛ وبالفعل فإن التقدم العلمي من النوع الـــبايكوني كـــان مركزياً للرؤية الثورية **للمتطهرين** Puritant. ومع أواخـــر سنوات الـــ 1650 كان هؤلاء قد فشلوا في تحقيق أهدافهم، لكنهم خلال ذلك جعلوا من العلم والفلسفة الطبيعية عناصر حيوية في أيـــة عقـــيدة اجتماعية بديلة. وبحلول عام 1660، ومع نهاية المرحلة

(*) هـــنا يـــوجد مـــصادفة هامـــة فـــي اللغة الإنكليزية حيث تستعمل الكلمة "Revolution" لتعني في نفس الوقت الدوران والثورة! [المترجم]

الأولى مـــن الثورة الإنكليزية، بدأت تظهر رفاهية الدولة الإنكليزية علـــى أنها مرتبطة - في البداية بشكل تجريبـــي، ثم بشكل حاسم - بـــنمو العلم والتكنولوجيا. ويبقى الترابط بين الرفاهية متخيلة والعلم محـــسناً، ومع التكنولوجيا كمساعد لكليهما، جزءاً من الرؤية الغربية إلى يومنا هذا.

وبشكل متوقع، أظهرت العديد من الكتابات التاريخية على امتداد عدة عقود أن الثورة الإنكليزية - إذا فُهمت كأزمة امتدت من سنوات الـــ 1646 وإلى ثورة أواخر القرن السابع عشر لفترة 1688-1689 - حملت رابطاً وعلاقة وثيقة مع تطور العلم. وفي سنوات الـــ 1930 أنار عالم الاجتماع الأميركي **روبرت مرتون** Robert Merton الضوء على الـــروابط بـــين أسلاف الثورة الأولى، وبالتحديد **المتطهرين الإنكليز**، وأصـــول العلم الحديث[2]. وقد قدم براهين مقنعة ليظهر أن المتطهرين - الـــذين كان عليهم دَيْن خاص للعقائد الكلفينية التي تقول بالنضال وتقـــبل قـــضاء الله - كانوا أيضاً منشدين بشكل خاص للاستقصاء العلمـــي. ويقـــوي هـــذا البرهان أيضاً حالة الربط بين البروتستانتية الأوروبية وصعود العلم، وهي حالة يمكن توثيقها ليس فقط في انكلترا، ولكـــن أيضاً في الجمهورية الهولندية بعد تحررها من إسبانيا (1585). والمؤرخـــون البريطانيون والأميركان الأحدث طوروا إلى أبعد من ذلك الـــربط بين العلم والمصلحين البروتستانت. وقد أكدوا على الأهمية التي أعطـــيت للعلـــم في سنوات الـــ 1640 في دوائر قيادات الإصلاحيين وعلى رأسهم **صمويل هرتلب** Samuel Hartlib. ولم يهدف **فرنسيس بايكون** أبداً لأن تستخدم رؤيته من قبل أي من الثوريين أو الكلفينيين، لكـــن آمالـــه هـــذه لم يكن لها أن توقف كتبه من أن تكون مقروءة ومناقشة من قبل الإصلاحيين المتطهرين.

بايكون والمتطهرون

لقد تمسك المصلحون المتطهرون بكتابات **فرنسيس بايكون** كدليل لهم إلى الروح العلمية الجديدة ومنهجيتها التجريبية العملية. وهم قد فسروا **بايكون**، ليس على أنه ذو توجه إنساني ويهدف إلى بناء الدولة، كما كان، ولكنهم بالأحرى أكدوا مظاهر الدعوة في أفكاره إلى الألفية المسيحية السعيدة وإلى الإصلاح، كما ظهرت في كتابه *أطلنتس الجديدة* وكذلك في كتابه *تقدم المعرفة*. وربما كان المظهر الأكثر فرادة في الفكر الإصلاحي البروتستانتي - والمظهر الذي وضعه على حدة بعيداً عن العديد من الحركات الدينية الأخرى في القارة الأوروبية التي تبنت العلم الجديد - دعوته إلى الألفية السعيدة. ولكن ببساطة شديدة، كان المتطهرون الإنكليز يؤمنون حرفياً بالنبوءات التي وردت في الإنجيل حول اليوم الآخر ونهاية العالم. فالله يوجه مسار القضايا الإنسانية، كما يوجه مسار الطبيعة. وفي مرحلة ما من الزمن، المرحلة التي يمكن تحديدها بالدراسة المعرفية اليقظة، وحتى ربما بالاستنارة الروحية الغنوصية (العرفانية) (Gnostic)(*)، سيكون هنالك تزامن بين التاريخ والطبيعة، عندما يدمر الله العالم في زلزال مدمر عنيف يسبق إعادة تأسيسه وإقامة ألف سنة من حكم القديسين، الألفية السعيدة. وتقريباً كل علمي إنكليزي مهم في القرن السابع عشر، أو مروِّج للعلم، من **بايكون** إلى **روبرت بويل** و**إسحاق نيوتن**، كان يؤمن بصيغة ما من صيغ الألفية السعيدة المقتربة، مهما كانوا حذرين في تحديد تاريخ لقدومها.

(*) Gnosticism: كلمة يونانية ترادف المعرفة وترجع إلى الحركات الدينية في العصور القديمة ويدعي أتباع هذا المذهب المعرفة السرية لله ويخلطون في اعتقادهم بين مذاهب التصوفية اليهودية والثنائية الزرادشتية بالعقائد المسيحية وباتجاهات أفلاطونية. [المترجم]

هـــذا التـــرابط الفائق بين أفكار عن الطبيعة والأفكار عن الألفية السعيدة يجب أن ينبهنا لنكون حذرين من التصنيفات المبسطة - العلمي مقابـــل الـــسحر، والمنطقـــي مقابـــل اللامنطقي - على أن لها صلة بإيديولوجية علم وعلميي القرن السابع عشر أو نُظُم القيم لذلك القرن. وعلـــى عكـــس الانسحاب من الاهتمامات الدنيوية أو الاتجاه المحافظ الـــذي كان يمكن التوقع أن يوحي به أصوليّو الدعوة للألفية السعيدة، جعلت رؤية المتطهرين من الملحِّ العمل على الإصلاح الدنيوي وتجديده. ولهـــذا فقد برز العلم والفلسفة الطبيعية وكذلك الطب كعناصر حرجة في هـــذه المـــشاريع التطهـــرية. وقد روّج **هرتلب** وأصدقاؤه للخطط البايكونية للتصنيف والتحسين، التي دفعت بهم للمطالبة بالتعليم للجميع وبالطب لكل الناس (طبيب لكل أبرشية كان الهدف). وهم قد اعتنقوا الفلـــسفة الجديـــدة كحجر زاوية لكل الاستقصاء العلمي؛ وهم تبنوا التجـــريبية الميكانيكية التي تهدف إلى تحسين مردود العمل، والتجارب الكيميائية للتحسين الزراعي.

ومع انفجار الحرب الأهلية ضد **تشارلز الأول**، أصبحت سنوات الـــ 1640 أوقات ازدهار للمصلحين الاجتماعيين، وكذلك للفلاسفة الطبيعـــيين وللقـــائمين بالتجارب العملية العلمية، المتعاطفين مع قضية الـــبرلمانية. ونحن نستطيع أن نلحظ من تلك الفترة الإلهام الذي أدى في النهاية إلى تأسيس **الجمعية الملكية**(*) في لندن عام 1662؛ وكذلك أدى إلى الخطـــط لتأســـيس كلـــيات جديدة ومدارس ثانوية وأكاديميات؛ وللعديـــد مـــن الإبـــداعات التكنولوجية في كل شيء من التعدين إلى المـــصارف؛ وإلى تأسيس **مكتب العناوين** للاتصالات المتعلقة بالمعرفة المفيدة. ونحن نستطيع أيضاً أن نحدد سنوات الـــ 1640 على أنها الوقت

(*) الجمعية الوطنية للعلوم في بريطانيا، برعاية ملكية. [المترجم]

الـــذي أجريت فيه التجارب الكيميائية المبكرة للشاب **روبرت بويل**، الذي كان صديقاً لـــ **هرتلب** ودائرته.

وفي الأجـــواء الناتجة عن الثورة والحرب الأهلية، تم تصور العلم الحديث في مظهره الإنكليزي من خلال فائدته الاجتماعية وترابطه مع الـــرؤية الأكبر للإصلاح والتنوير. وقد هاجم الإصلاحيون المتطهرون الاحـــتكارات القديمـــة للأطباء والجامعات، وتبنوا آخر الاستقصاءات العلمـــية، كـــل شـــيء من نظريات **براسلسوس** إلى كتابات **غاليليو وبايكون وديكارت**[4]. ولو أنهم نجحوا في سنوات الـــ 1640 في إنجاز حـــتى القلـــيل من هذه الإصلاحات، وبشكل خاص في ميادين الطب والتعليم العلمي، لكانت قد سادت السمات الأكثر إنسانية في الاستقصاء العلمـــي، كتمييز لها عن التطبيقات الحربية والتجارية. كان يمكن أن يعطى اهـــتمام للطب أكثر مما أعطي للميكانيك. ولكن لا يمكن كتابة التاريخ حول ماذا كان يمكن أن يحدث، وبالتالي بعد سنوات الـــ 1650 وبعد إعدام الملك عام 1649، سادت أجواء أخرى مختلفة تماماً، أقل نضالية، حتى بين الإصلاحيين الذين كانوا يمتلكون أملاكاً وأراض.

كان الخوف الأعظم لأية نخبة حديثة يرتكز على خطر الاضطراب الـــشعبـــي. كانـــت الفجوة المتسعة في أوروبا القرن السابع عشر بين الغـــني والفقـــير، أو ببساطة بين المرفّه نسبياً والمعوز، مصحوبة بغياب الآلـــيات الانـــضباطية، قد جعلت احتمال تمرد الطبقات الدنيا، سواء كانت فلاحية أو حرفية، يفزع أكثر من كل الاحتمالات الأخرى التي كـــان يمكـــن حـــدوثها. وفي فرنسا أصبحت القدرة المتوقعة للملك وبيروقـــراطيته علـــى تأمين الحد الكافي من الخبز في المدن وفي الريف واحـــدة مـــن أهم ركائز تثبيت السلطة الملكية. وكان الفشل في ذلك يهـــدد بإمكان تمرد مدني بين الطبقات الدنيا، أو حتى بالفعل حدوث

مثل هذا التمرد. ولكن بعد عام 1649 كانت انكلترا تحكم بدون ملك، من قبل برلمان، وبشكل متزايد من قبل جيش مؤلف من متطوعين من الطبقات الدنيا.

ومبكراً حتى عام 1641 كانت آليات الضبط والعادات الأخرى في النشر قد تحللت بشكل واسع. ورقابة الكتب، التي كانت وظيفة أقامتها الكنيسة الإنكليكانية، قد اختفت بشكل عام. وقام البرلمان بتفكيك امتيازات الكنيسة القائمة، وفشل في وضع بديل فعال بشكل مساوٍ[5]. ونتيجة لذلك زاد عدد الكتب والكراسات التي كانت تطبع في انكلترا ما بين عامي 1640 و1660 إلى أكثر من كل ما كان سينشر على امتداد ما تبقى من القرن. لكن كان أكثر خطراً من الأفكار التي كانت في الكتب، تلك الحركات الطائفية الجديدة التي طفت إلى السطح فجأة في سنوات الـ 1640. ويمكن العودة بالنظريات الدينية للعديد من تلك المجموعات الدينية إلى المرحلة الأكثر جذرية في القرن السادس عشر، للإصلاح البروتستانتي، عندما كانت العقائد – مثل رهبنة كل المؤمنين، أو الفكرة الحماسية "للنور الداخلي" عند كل رجل أو امرأة والتي كانت تسمح بالإيمان الفردي – قد جاءت لتسمح بتبرير التدين والحرية الدينية للإصلاحيين من الطبقة الدنيا، والذين غالباً ما كانوا أميين[6]. ولم يكن هذا النوع من السلوك الجذري في ذهن الإصلاحيين المتطهرين عندما حضوا البرلمان على اعتماد إصلاحاتهم.

وفي حربه ضد الملك، كان على البرلمان أن يعتمد على **جيش النموذج الجديد**؛ وكان يمكن أن يوجد في صفوف ذلك الجيش العديد من الحركات الطائفية الراديكالية، وقادتها الأكثر بلاغة. وفجأة دفعت جدلية الثورة إلى السطح تهديداً أكثر خطراً حتى من السياسات التسلطية لـ **تشارلز الأول** التي ثار البرلمان ضدها في البداية. كان

الإصلاحيون الراديكاليون وطوائفهم البازغة - اللفلرز Levellers؛ والدجّرز Diggers؛ والرانترز Ranterz؛ والكويكرز quarters؛ والمجلتونيان Muggletonians، والسوسينيانز Socinians، لذكر أبرز تلك الطوائف(*) - يطالبون بطيف من الإصلاحات، من مبدأ لكل رجل صوت، إلى توزيع الملكية، إلى التسامح الديني الكامل، إلى حق المرأة بالتبشير الديني، إلى إنهاء التقسيمات الإدارية للكنيسة، إلى الحد من الامتيازات للأطباء والمحامين من حملة الشهادات التي تخولهم ممارسة مهنهم. بعض الراديكاليين سخروا من حياة التقشف للمتطهرين، والتزامهم بأخلاقيات العمل، وتضييقهم المتعجرف ضد السبّ والتدخين والسكر والحريات الجنسية. كانت النساء تقفن في الكنائس لتبشرن ضد القساوسة؛ وركب رجل على حماره إلى مدينة برستول معلناً مجيء المسيح. هراطقة آخرون أكدوا وحدانية طبيعة الله(**) وقالوا إن المسيح كان رجلاً طيباً، ولكن لم تكن له صفة الألوهية. وغيرهم أيضاً جادلوا أن الروح تنام عند الموت ولن يكون هنالك جهنم أو يوم آخر. ويبدو أن **روبرت بويل** كان مهاناً بشكل خاص بمثل تلك الأفكار السوسينية(***) والمتطرفة والمتطاولة والمضجرة. ومقابل كل مؤسسة قائمة وعقيدة مستقيمة أو مصلحة مشرّع لها، هدد الإصلاحيون غير المؤهلين بقلب العالم عاليه سافله.

(*) كلها طوائف كنسية بروتستانتية راديكالية ومتمردة ظهرت خلال الثورة الإنكليزية. [المترجم]

(**) العقيدة المعتمدة عند المسيحيين الآن هي الثالوث المقدس للخالق التي تقول بازدواجية طبيعة المسيح الإله والإنسان. [المترجم]

(***) السوسينية: جماعة من النصارى تعتقد بوحدانية الله وليس في مبدأ التثليث كما هو في المعتقدات التاريخية للكنيسة، ويرفضون فكرة ألوهية المسيح ويؤمنون بأن كل بني البشر لهم طبيعة سماوية ويركزون على الحاجة إلى تطبيق المبادئ الدينية على المشاكل الاجتماعية. [المترجم]

وكان التهديد الراديكالي الذي واجه الإصلاحيين المعتدلين يشمل تحدياً مباشراً لذلك النوع من العلم الذي كانوا يروجون له. كان الإصلاحيون الراديكاليون يريدون أيضاً علماً جديداً؛ هم أيضاً فندوا المعارف الأرسطوطالية التي كانت متجذرة في أوكسفورد وكامبريدج. ولكنهم كانوا يضعون مكان **أرسطو** **پراسلسوس** أو المذهب الطبيعي والسحر الذي كان يرتبط بتقاليد **هرمس** Hermes الألخمية. وتبعاً لـ **جون وبستر** John Webster – وهو جراح، ولفترة من الزمن كان قسيساً في **جيش النموذج الجديد** – كان الراديكاليون يريدون "فلسفة **هرمس** كما أحيتها مدارس البراسلسوسية"، وكان يمكن له أن يضع في الجامعات "سحرة طبيعيين حقيقيين، يمشون فعلاً، ليس في ظروف خارجية، ولكن في مركز الأسرار الخفية في الطبيعة". كان لا بد أن يكون لديهم "مختبرات وكذلك مكتبات"، ليتابعوا تجاربهم العملية الألخمية والطبية[7]. كان المروّجون المعتدلون للفلسفة الميكانيكية الجديدة قد تصدوا لسحرة المذهب الطبيعي، ولـ "متطفلي الميكانيك" (أو الحرفيين)، أو بشكل أدق تصدوا للقوى الطائفية الراديكالية التي كانت "ستقلب العالم عاليه سافله"، باستخدام "علم" الشعب لصالحهم كما يدعون[8].

كان المعتدلون الذين بدأوا الثورة كبايكونيين وكإصلاحيين علميين قد وجدوا أنفسهم عند ذلك محاطين بالراديكاليين. كان الإصلاحيون العلميون والمنظرون المعتدلون – أمثال الكيميائي **روبرت بويل**، والسياسي الاقتصادي **وليم پتي** William Petty، والإصلاحي اللغوي **جون ولكنز** John Wilkins، وكذلك **هنري مور** Henry More، وكان من أتباع **أفلاطون** في كامبريدج وبعد ذلك أصبح المدرِّس الخاص للشاب **إسحاق نيوتن** – يستخدمون الفلسفة الميكانيكية

الجديدة - خاصة تلك التي جاء بها **ديكارت** وكذلك الفرنسي صاحب النظرية الذرية القس **چاسندي** - ضد المذهب الطبيعي للسحرة. كان المعتدلون قد اضطروا لوضع تفصيل واضح، فكري واجتماعي، لموقف كانوا يسعون للحفاظ عليه بقدر ما كانوا يسعون للتغيير. وربما كان هنالك فروقات مهمة بين الالتزامات الفلسفية لـ **مور وبويل**، لكن لم يكن هنالك خلاف بينهما حول الحاجة إلى ضبط التغيير ولجم التطرف.

الفلسفة الطبيعية وردة الفعل ضد الراديكالية الطائفية

مجموعة من الفلاسفة الطبيعيين المعتدلين - يقودهم **بويل وولكنز وجون وليز وجون أفلين وكريستوفر ورن**، وغيرهم - تقدموا ليصبحوا المؤسسين لـ **الجمعية الملكية** في لندن[9]. كان هدفهم أن يروجوا للمتابعة المنظمة للعلم التجريبي، ولكن لإبعاده أيضاً عن أية محاولة للإصلاح الراديكالي للكنيسة أو الدولة أو الاقتصاد أو المجتمع. وهم لم يتوقفوا عن أن يكونوا إصلاحيين، ولكن هؤلاء المؤسسون للمجتمع الخاص الجديد صاغوا مشاعرهم الإصلاحية في تعابير غامضة بالأحرى، حول تحسين صحة الإنسان وحالته، من خلال العمل المنضبط الذي يروج له العلم. وعندما كانوا يصبحون أكثر تحديداً، كان ذلك، مثلاً: للإشارة إلى الوسائل التي كان يمكن للعلم التجريبي أن يُستخدم للسيطرة على الأنظمة الدنيا؛ لكبح مبالغات العظام في حين كان يزيد الإنتاج، خصوصاً إنتاج الطعام؛ وللترويج للصحة الجيدة وللتجارة[10]. بالنسبة لهم كان يمكن للتقدم العلمي أن يَحدث بدون تغيير في الترتيبات الاجتماعية القائمة باتجاه المزيد من المساواة الاقتصادية أو إعادة توزيع الملكية. كان مؤسسو **الجمعية**

الملكية يمتلكون أهدافاً إصلاحية متواضعة؛ كانوا يسعون فقط، وبإلحاح، إلى تجنب أية زيادة في ديمقراطية السياسة والمجتمع.

وكأنما لإعطاء رمز عن اعتدالهم، قام عدد من الفلاسفة الطبيعيين - الذين بدأوا يميلون بشكل متزايد إلى السياسة المحافظة - بترك لندن الثورية وانسحبوا إلى كليات أوكسفورد لمتابعة أفكارهم في تأملات هادئة بعيداً عن الاضطراب الاجتماعي والسياسي. وعندما هددت الراديكالية بتعريض حريتهم داخل الجامعة للخطر، وقفوا للمقاومة. وقد قام معتدلو أوكسفورد بالإعلان أنهم يتجنبون كل الأسئلة الدينية والسياسية عندما كانوا يناقشون العلم. لكن هذا لم يكن يعني أنهم كانوا غير متأثرين بالعالم الخارجي، وأنهم لم يكن لديهم آراؤهم الخاصة حوله. بالأحرى، أبعد الإصلاحيون أنفسهم بوعي عن الراديكاليين الذين رأوا في العلم أداة قوية للترويج للثورة الدينية والسياسية والاجتماعية. وفي الرؤية الراديكالية، كان يمكن للعلم أن يبرر الديمقراطية في الكنيسة والدولة؛ كما كان يمكن استخدامه لتوسيع التعليم الشعبي في المدارس والجامعات، ولبناء المجتمع الجديد الذي كان يمكن أن يكون أكثر عدلاً وأكثر رشداً".

وقد قام الإصلاحيون المعتدلون بأكثر من الانسحاب ببساطة إلى أوكسفورد والدفاع عنها ضد اقتراحات الراديكاليين. فما كان في الميدان عندها - بعد الهزيمة وإعدام الملك عام 1649 - لم يكن أقل من استمرارية النظام الاجتماعي وحق التملك. كان البلد، الذي أصبح بدون ملك، يحكم من قبل البرلمان والجيش، وكان تهديد الطبقة الدنيا والراديكالية الطائفية يبدو ظاهراً في كل مكان. وفي الرؤية المعتدلة للفلاسفة الطبيعيين، مثل **روبرت بويل**، كان العلم يلطف التطرف، ويلطف في نفس الوقت حماس الراديكاليين وغطرسة الأرستقراطية

القديمة التي كان العديد من أفرادها قد قاتلوا كالكلاب إلى جانب الملك.

وما يجب استيعابه عن أزمة سنوات الـ 1650 هو الدور الهام الذي لعبته فلسفات الطبيعة في إعطاء التعبير لأهداف الإنسان وتطلعاته. كانت اللغة الفلسفية الطبيعية والدينية تشكل المادة للنقاشات العلمية؛ كما أنها كانت تعطي الشكل للنقاشات حول طبيعة السلطة السياسية، وحقوق الكنيسة، والعلاقات بين السيد والخادم، والزوج والزوجة، والنبيل وابن الشارع. ولتصور النظام الكوني، "العالم الطبيعي"، كما تحدث عنه نيوتن؛ كان لا بد من التكلم بالتشبيه عن "عالم النقاش السياسي". فأن يصعد جسم ما نحو السماء، أو يسقط نحو الأرض كان يمكن أن يرمز ذلك "إلى الصعود أو السقوط في الشرف والسلطة" للدولة وللأفراد. وعلى مستوى مجرد أكثر، كانت العلاقة بين الخالق والطبيعة، وبالتالي بين الروح والمادة، يمكن أن تعبر عن معتقدات فرد أو طائفة بما يتعلق بدور السلطة الكهنوتية أو الملكية. فإذا كان الخالق يقف فوق ما خلقه، وإذا كانت الروح تسيطر بوضوح على المادة، هل كان ذلك يبرر استمرارية الهيكلية المتسلطة المشابهة في المجتمع والحكومة، الكنسية والمدنية معاً؟ أو إذا وضعت بكلمات أخرى، إذا كانت الروح من الله تسكن في الطبيعة، في كل واحد، فما هي الحاجة إلى اليد الثقيلة لسلطة الكهنوت والحكام؟

كانت تلك الأسئلة تصدم مباشرة الفلسفة الطبيعية والعلم الجديد؛ وبالفعل فهي كانت كشبح يلاحق العلم الجديد طيلة القرن السابع عشر. كان الاهتمام الملح للمدافعين عن العلم الجديد يتركز بالتحديد على كيفية تعريف العلاقة بين القوى الروحية والمادة. كان التراث الديكارتي يتطلب أن تُرى المادة كامتداد فقط، كنتوء فيزيائي في الفضاء

بتجمعات من جسيمات لامتناهية في العدد. وبالتالي كان يمكن تفسير المادة في حالة الحركة بالإشارة فقط إلى تماسها مع غيرها من المادة. وكان يمكن مواجهة مثل ذلك التفسير الميكانيكي بسهولة ببراهين تعتمد على الصفات الروحية المتأصلة، أو القوى الخفية، والتي بدورها يمكن أن تبرر المقاربة السحرية للطبيعة؛ وبمعنى ما، كان العلم الميكانيكي الجديد أداة كاملة للهجوم على أنصار **هرمس** والسحرة. ولكن بمعنى آخر، كانت البراهين الميكانيكية التي تُستخلص من **ديكارت** تأتي قسرية بشكل خطر من أن تضع داخل المادة القدرة لتحرك نفسها. وعندما تُمنح المادة مثل تلك القدرة كيف كان يمكن لمادة فلاسفة الميكانيك أن تختلف عن الكون الذي كان يصفه الفلاسفة الإنكليز الراديكاليون والطائفيون؟ كان كونهم مملوءاً بروح الله لدرجة أنه كان يتحرك من قبل القوة التي يتحدث عنها مذهب وحدة الوجود والتي هي مفتوحة لكل رجل وامرأة.

ومع حلول سنوات الـ 1650 في انكلترا، كان العديدون من فلاسفة وحدة الوجود والمتنبئين في هذا المذهب ينشرون بشكل علني أفكارهم ويبشرون بها. كان **الدجّر**، وأول شيوعي إنكليزي، **جرارد ونستانلي** Gerrard Winstanley، يعتقد أن الخالق كان موجوداً في كل شيء، وأن الخليقة ما هي إلا ثياب الخالق[12]. وهو أيضاً قد ساوى بين الخالق والعقل، وهي فكرة تأتي مباشرة من تقاليد مذهب **هرمس** التي ربما كان على تماس معها أيضاً **جيوردانو برونو** إصلاحي القرن السادس عشر، (انظر الفصل الأول). وكان أنصار مذهب **الرانترز** يصدقون عقيدة **هرمس** وعقيدة وحدة الوجود حول الروح في العالم، وكانت تلك العقيدة تبرر تباعدهم الواعي عن الأخلاق التطهرية. فقد كانت الروح تحركهم للعيش كما يحلو لهم. وكان أحد قادة مذهب

الكويكرز في تلك المرحلة، **جورج فوكس** George Fox، يعترف أنه كـــاد تقـــريباً أن يخـــضع للعقيدة - التي كان أنصار مذهب **الرانترز** يبـــشرون بهـــا أيضاً - التي تقول إنه لم يكن هنالك خالق، وأن كل الخلـــيقة تـــأتي مـــن الطبيعة[13]. أحد أنصار مذهب **اللفلّر**، **ريتشارد أوفـــرتون** Richard Overton، جادل لصالح مادية ترتكز على وحدة الوجـــود، وللعقـــيدة الـــتي تقـــول إن الروح تنام عند الموت؛ وكان راديكالـــيون آخـــرون يؤمنون أن الروح تموت مع الجسم. كانت كل تلـــك الأفكـــار جزءاً من الميتافيزيقيا التي كانت توجه للأسس المدنية لـــتدين جديـــد ولمجتمع جديد، واحد أقل تمايزياً بين الأغنياء والفقراء وأكثـــر حـــرية، وأقل صرامة في الانقسامات الاجتماعية والاقتصادية، وأقـــل ارتـــباطاً بالكهـــنوت والحكام المدنيين في نظام السلطة. وقد اســـتمرت تلـــك الأفكـــار كتحد مباشر لسلطة النخبة ذات الأملاك والمتعلمة.

هوبز

جاءت الهرطقات خلال الثورة الإنكليزية مرتدية أشكالاً متعددة. فقد كان ممكن لها حتى أن تأتي من المجموعة العلمية نفسها. **وتوماس هوبز** Thomas Hobbes (ولد 1588) قد يكون أكثر شهرة هذه الأيام على أنـــه منظر سياسي؛ لكن في سنوات الـــ 1640، كان **هوبز** في مركز النقاشـــات العلمية والفلسفية الطبيعية، في باريس كما في لندن. كان عـــالم ميكانيك ملتزماً ورياضياً، كما كان مناهضاً عنيفاً لـــ **أرسطو** وأتـــباعه. وكان أيضاً ملكياً، موالياً على طريقته الخاصة للسلطة المطلقة لعائلة **ستيوارت** Stuart الملكية؛ وكان مدرِّساً لابن الملك المنفي. لكن كـــان علـــى **هوبز** أن يعيش في كون سياسي قد جُعل خطراً بالحرب

الأهلية والثورة. ولم يكن بأي معنى متعاطفاً مع القضايا الراديكالية، ولكنه لم يكن يريد أن يحرق جسوره مع البرلمان. كانت فلسفة **هوبز** السياسية - كما هي موجودة في أشهر كتبه *اللوياثان*(*) ***Leviathan*** (1651) - ترتكز على صيغة من الفلسفة الميكانيكية تهمل تماماً دور القوى الروحية في الطبيعة. وبنكرانه دور الروح في القضايا الإنسانية، كان كذلك ينفي أي دور مستقل لرجال الدين، "تلك الأرواح الشريرة التي تنخر أطراف أمرائها"، كما وصفهم بشكل طائش. وبالطبع كان الإكليروس الحماة التقليديين والمترجمين لأعمال الأرواح في العالم. ولكن، تبعاً لـ **هوبز** كان ادعاء رجال الدين بأنهم الوسطاء بين الله والإنسان قد أفلس، وبالتالي كان يجب تقليص دورهم إلى مجرد موظفين لدى الحاكم المدني. كان **هوبز** يمثل الهرطقة آتية من داخل ثقافة النخبة نفسها، من أفضل الدوائر العلمية.

وفي سنوات الـ 1650 عدل الإصلاحيون العلميون موقفهم من الطبيعة للإجابة على التهديد الذي طرحه **هوبز** والراديكاليون. وبدلاً من المذهب التوحيدي للكون أو للمادية طرح **روبرت بويل** ما سماه نظريته لـ فلسفة الجسيمات أو الذرات، وجعلها أساس الكيمياء. وكانت تلك الفلسفة تمثل النظرية الذرية الأبيكورية(*) بعد تعديلها مسيحياً، وقد رفعها **بويل** إلى مرتبة الفرضية العلمية التي لا بد من اختبارها بالتجربة العلمية. وبحذر، قال إن النظرية الذرية ليست عقيدة مغلقة، ولكن بالأحرى هي نظرية تستحق الاهتمام. وقد حمل **بويل** والمتعاونون معه مع **أبيكور** (فكرة) أن العالم كان مكوناً من ذرات غير حية تصطدم ببعضها في الفضاء الفارغ. لكن الفلاسفة المتطهرين

(*) وحش بحري يرمز إلى الشر في الأساطير الإغريقية. [المترجم]
(*) أبيكور Epicurus واحد من أشهر فلاسفة الإغريق القدماء. [المترجم]

وأعوانهم، مثل **بويل**، ابتعدوا عن **أبيكور** بنفيهم أن يكون العالم، كما نعرفه، قد نتج عن سلسلة متتالية طويلة من الاصطدامات الذرية العشوائية. وبدلاً من ذلك، لقد قبلوا بأن العناية الإلهية فقط وليس الصدفة العشوائية هي المسؤولة عن كل حركة في الكون. فالله هو الذي كان يحدد المسارات التي تتبعها الذرات وبالتالي يحفظ النظام في الكون. ولم يكن ذلك مجرد فرضية علمية صالحة يمكن أن يتم صقلها وتفصيلها ببرنامج بايكوني من التجارب العملية، ولكنها كانت أيضاً فرضية جذابة مرشحة للتبني لأنها كانت قابلة للتطبيق في القضايا الاجتماعية[14].

وقد سمحت فلسفة **بويل** الجسيمية والتجريبية للعلماء المتطهرين بأن ينجوا من صيغة الهرطقة التي كانت ترتبط بمذاهب راديكالية طائفية مثل مذهب القوى الخفية occultism والروحانية animism(*). وأهم من ذلك، لقد سمحت للإصلاحيين بمهاجمة الراديكاليين. ففكرة أن المادة تتحرك ميكانيكياً بإرادة الخالق، فوق كل القوى الطبيعية، وتبعاً للذكاء الذي يلهمه، كانت تراعي ازدواجية المادة والروح عند المسيحية المستقيمة، مقابل الروحانية الراديكالية التي كانت تؤمن بأن كل المادة تتمتع بروح وبأن الروح متأصلة في الطبيعة[15]. ولم تكن الازدواجية مجرد انتصار ضد العقائد الدينية الخاطئة، فقد كان لها تفرعات دينية وسياسية. فأفكار بعض المذاهب عن الطبيعة مثل المذهب الحيوي vitalism وتوحيد الوجود phantheism كانت تعطي أرضية ميتافيزيقية للهجوم على السلطة التقليدية للكنيسة والدولة. فلو أن الروح تكمن في الناس والطبيعة، فسيكون لدى الراديكاليين برهان قوي ضد الكنائس

(*) انتشرت مذاهب هرطقة متعددة ومختلفة مثل هذه خلال الثورة الإنكليزية. [المترجم]

المنظمة، التي يساندها ويمولها كهنوت مطلع. وتقليدياً، كان الإكليروس يدّعــون أن لــديهم حكمة روحانية أعلى وسلطة روحانية مستقلة: الــسلطة للتعليم وللتأديب وللمعاقبة[16]. وكان المذهب الحيوي يقول بــأن الروح منتشرة بشكل متساو في كل العالم المادي، وبالتالي كان يمكــن استخدام هذا الانتشار لدعم فكرة المساواة بين البشر وللتبرير، بــتعابير كونــية، للأفكــار المناوئة للملكية وحتى للأفكار السياسية الديمقــراطية. كانــت الفلسفة الطبيعية للراديكاليين تميل إلى تذويب الطبقــية، في حــين كــان النظام الاجتماعي الطبقي يجد مساندة في الازدواجــية المــسيحية الــتي لقيت دعماً جديداً بالفلسفة الجسيمية للمصلحين المتطهرين مثل **بويل**[17].

كانت السمة الاستنتاجية أو التجريبية للفلسفة الجسيمية الجديدة، كمــا تمــت صــياغتها في ســنوات الـ 1650، تحمل أيضاً رسالة إيديولوجية كانت تقصد مواجهة الراديكاليين. كان التقدم العلمي يأتي مــن الاستقصاء المتأني والمتعب، وتجميع البراهين، وباختبار الفرضيات. والمعــرفة عندها لم تكن - كما كانت تقول الفئات الطائفية بتركيزها علــى السحر وعلى الإلهام من القوى الخفية - نتيجة تجربة سحرية أو إلهام مباشر من الله للقديسين. بالمقابل عند الإصلاحيين المتطهرين، كان الخالــق يكــشف نفسه بشكل غير مباشر بوسيلتين: الطبيعة والكتاب المقــدس، عملــه وكلمته؛ وكلاهما يتطلب دراسة عن قرب حتى تجني الــثمار. كان هذا التأكيد على الصبر، والتفحص المضني، موجهاً ضد النظرية اللاهوتية المناقضة للطوائف الراديكالية، التي كانت تصر على أن الله يكــشف نفــسه مباشرة للقديسين حتى يكونوا قادرين على إنجاز الكمــال، أو علــى الأقل الحكمة الكاملة، في هذه الحياة. كانت ثمار الخــلاص الــديني لديهم متوفرة على هذه الأرض والآن، وكذلك في

الحياة الأخرى. وبالنسبة للإصلاحيين المتطهرين، من جهة أخرى، كانت متع الخلاص الديني التي لا تتطلب جهداً مؤجلة إلى الحياة الآخرة؛ وفي هذه الحياة تأتي المكافآت فقط نتيجة العقل والجهد. كان العلم، الفلسفة الجديدة، هو النموذج؛ فالمعرفة يمكن أن تأتي للأشخاص الذين يستحقونها، ليس من خلال الرؤى أو الإلهام الإلهي، ولكن، بالأحرى، من خلال البحث والاستقصاء المستمر للطبيعة، والتواضع، والالتزام عند الفيلسوف التجريبي. ولم يكن هذا التحديث للأخلاق موجهاً فقط ضد المذهب التنويري لأصحاب الطوائف؛ وإنما كان يُنظر إليه أيضاً على أنه أداة للضبط الاجتماعي لكبح مبالغة العظماء. وكما أكد **بويل**، فإن العمل الدؤوب يبقي البشر مشغولين عن ابتداع الهرطقة، وعن التخطيط للثورة الاجتماعية، وعن إهدارهم لمواهبهم. فالعلم يكون ذا قيمة خاصة في هذا المجال لأن التطبيق العملي لاكتشافاته يمكن أن يولد المزيد من العمالة[18]. والسمة الأخلاقية للعلم - على أنه السعي وراء ما يستحق المكافأة فعلاً - تعود بالأصل إلى أواسط القرن السابع عشر. وفي الفصل السادس سوف نرى تأثير ذلك على عائلة في القرن الثامن عشر، عائلة **واط** المشهورة بمحرك البخار. وعندما تمت صياغة الأخلاق العلمية، كان البادئون بها يرونها دواءً للسلم الاجتماعي. فالمذهب الجسيمي والمذهب التجريبي للفلاسفة الطبيعيين الإصلاحيين، كانا مقصودين لمحاربة تهديدين في نفس الوقت: الهرطقة وعدم الانصياع الاجتماعي.

كان العلماء الإصلاحيون المتطهرون قد استخدموا فلسفتهم الجسيمية أيضاً ضد **هوبز** والهوبزيين. وبالفعل، بعد عام 1660، كان المذهب الهوبزي يلتصق بشكل متزايد مع الدعوة للتهديم، وكان ذلك لسبب جيد[19]. فقد كانت جدالات **هوبز** تنكر الكنيسة الإنكليكانية

التي تمّ إحياؤها كسلطة متمددة فوق المجتمع والحكومة. على العكس من ذلك، حافظت النظرية الجسيمية على دور للروح في الكون؛ وبالتحديد، فهي تقول إن القوى غير المادية هي التي تتسبب بحركة المادة وتعطي الشكل للعالم من خلال التخطيط الإلهي. كان أنصار المذهب الجسيمي - ضد جراحة هوبز المادية التي تنفي الروحانيات - يدعمون فرض النظام من أعلى، ومن هنا تأتي سلطة الإكليروس كمترجمين للطرق التي يريدها الله ولإرادته. كان التوجه التجريبي للعلماء المتطهرين يوفر أيضاً طريقة للمعرفة من خلال الاستقراء واختبار الفرضيات، وليس من خلال العقلانية الاستدلالية لـ هوبز التي ترتكز جزئياً على التحليل الرياضي. كان هوبز قد دعا إلى علم هندسي بالمطلق، لأنه رأى أنه أقل إثارة للنزاع، وأنه أكثر أماناً في تأمين التوافق بين العظام. كان ذلك يتطابق أكثر مع دعوته للسلطة المطلقة. إذ لم يكن ذلك يتطلب فضاءً منفصلاً حيث يمكن أن تلتقي المجتمعات ذات الإرادة لإجراء التجارب، وبالتالي كان فكره يؤمّن هيمنة أكثر للدولة على رعاياها. كان بويل وأتباعه يخافون نمو التسلط المطلق للملكية، كما كانت موجودة لدى الملكيات الكاثوليكية الكبرى في القارة الأوروبية. كانت *الفضيلة* Virtuosi المسيحية تتطلب كنيسة مستقلة عن التدقيق المستمر للبلاط. وكان العلم، من حيث تحالفه مع المسيحية البروتستانتية، يتمتع بحرية مقارنة. وكان يتطلب أيضاً حرية نسبية للتبادل المعرفي بين أولئك المتدربين بشكل مناسب والتجريبيين الحذرين، وبالتالي كانت الحاجة إلى فضاء مستقل وخاص للتجارب العملية.

وتحت تهديد التحديات الطائفية الراديكالية والهوبزية، قام من كانوا في السابق فلاسفة تطهريين بتطعيم علمهم الإصلاحي والتجريبي بإيديولوجية تسعى إلى إعادة تثبيت النظام والاستقرار في

الكنيسة والدولة. لم يعد العلم يعمل فقط على تحسين ظروف الإنسان المادية؛ ولكن كان يمكن له أيضاً أن يداوي الإفراطات في الثورة. وقد حـافظ الفلاسـفة الطبيعـيون - مثل **بويل وولكنـز** اللذين أحدثا الإيديولوجـية الجديدة للعلم العملي - على أهدافهم الإصلاحية الأولى للرؤية العلمية التطهرية، وبشكل خاص عندما كان بالإمكان تعديلها، وحتى الارتقاء بها إلى هدف أوسع ديني أو سياسي. ولهذا فقد استمروا في الجـدال للعلـم كوسـيلة للربح الأكثر للأفراد، وللثروة الوطنية والـسلطة، لأن العلـم - بقـدر مـا كان يزيد من الإنتاج الزراعي والـتجارة، والـشحن بالسفن - كان يعزز السلم المحلي. كان أبطال العلم يساوون العلم، الذي يجعلونه عملياً، بالرفاهية المتنامية وبالانتظام الاجتماعـي وبالسلع الشعبية[20]. كانت الثقافة العلمية التي ازدهرت علـى امـتداد القـرن الثامن عشر، تمتلك جذورها في الصيغ الفكرية لـسنوات الـ 1650، كما صقلتها *الفضيلة* المسيحية والإنكليكانية في الفترة بعد عام 1660.

الأصول الإنكليكانية للعلم الحديث

كانت الرؤية الإصلاحية التطهرية الأولى لسنوات الـ 1640 قد نجـت مـن تحديات الهرطقة واستمرت بسبب الإيمان بالفوائد المادية للعلم. لكن في أواخر سنوات الـ 1650 كان هذا الإيمان بالعلم كأداة للتقدم المادي قد تزاوج مع اللاهوت الإنكليكاني الجديد، الذي لم يعد تطهرياً في أساسه، ولكن بالأحرى، تحررياً أو متسامحاً بما يتعلق بالمعتقدات الدينـية. كانت عقائده المركزية تقوم على تفنيد العقيدة الكلفينية التي تلتزم الحتمية في القضاء والقدر، وهذا ما يتلازم مع التأكيد على حرية الإرادة وبذل الجهد كمفتاح للخلاص الديني، ومعه يأتي التفاف يقارب

الوسواس للتصميم والنظام والتناغم على أنها التعابير الأولية لدور الخالق في هـــذا الكـــون. وبتطورها خلال سنوات الـــ 1650 ارتكزت هذه الإنكليكانـــية التحررية على الرؤية الإصلاحية للعلم الجديد لتثبت في نفـــس الـــوقت النظام الإلهي في عالم غير مستقر، وأفضلية الاستقصاء العلمـــي الحـــذر علـــى الاستنارات التي تأتي من الأرواح[21]. وخلال حكـــومة الوصـــاية الكـــرمْوَلّية(*) كان الأمل لدى رجال مثل **بويل وريتشارد باكستر** Baxter أن بإمكان هذه النظرة أن تترجم إلى تسوية مـــع الكنيسة ترتكز على مقترحات من الحكومة الأسقفية المعتدلة، إذ يمكـــن أن يكون هنالك أساقفة، لكنهم لا بد أن يكونوا متسامحين وأن تكون سلطتهم على البروتستانت المخلصين محدودة.

لكـــن تلـــك الآمال، بالطبع، لم تتحقق أبداً. لكنها استمرت في مرحلة إعادة إحياء الكنيسة والملكية عام 1660، كما أن توجهاً تسامحياً مطعمـــاً بالتوجه الأرضي العلمي أو اللاتيتوديناريّة latitudinarianism كمـــا كانت ستعرف، تمت صياغته المدرسية في أعمال **روبرت بويل** الـــتي نشرت بعد عام 1660 وكتاب **توماس سبرات** Sprat المشهور *تـــاريخ الجمعـــية الملكية History of the Royal Society* (1667)، والـــذي كانت أفكاره الأساسية آتية من **جون ولكنـــز**. وقد تمّ تبنيها كموقـــف شـــعبـــي، إن لم نقل كإيديولوجيا رسمية، من قبل **الجمعية الملكـــية**[22]. وإذا قيلت باختصار، فإن اللاتيتوديناريّة أو الإنكليكانية التحـــررية، وسمـــت العلم على أنه القوة الموحدة بين كل البروتستانت المعـــتدلين، وســـعت إلى طريقة لإعادة المتطهرين التائبين إلى الكنيسة، وأعطت دعماً كاملاً، ولكن ليس خانعاً، للكنيسة والملكية اللتين أعيد

(*) نـــسبة للثوريـــين الإنكليـــزيين كرمول Cromwell اللذين حكما بالوصاية، أوليفر للفترة 1655–1658 وريتشارد للفترة 1658–1659. [المترجم]

تثبيتهما. وقد أراد المعتدلون، أمثال **بويل**، النظام والاستقرار والملكية والكنيسة، ولكن ليس السلطة المطلقة السائدة في القارة الأوروبية.

وقد ساعدت الإنكليكانية التحررية في إدماج العلم الجديد في المسار العام للفكر الإنكليزي وفي النهاية في الفكر الأوروبي. كان رجال الكنيسة ذوو الاقتناع بالتحررية قد بدأوا في تركيز المواقف اللاهوتية على المعرفة العلمية. كانوا يبشرون بالنظام والاستقرار في الطبيعة، واخترعوا إيديولوجيا اجتماعية موجهة علمياً نحو القضايا الدنيوية، وكذلك تقوى دينية جديدة. وقد صادقت هذه الإيديولوجية على التجريبية والتقدم المادي المرتكز على العلم، بطريقة لم تفعله أية رؤية أخرى معاصرة اجتماعية أو دينية. وقد جعل الإنكليكانيون التحرريون العلم موضوعاً مناسباً لخطاب المنابر الكنسية، وبفعلهم ذلك جعلوا العلم أكثر التصاقاً بالفكر اليومي وبالتجربة. وقد جعل رجال الكنيسة الإنكليز العلم مرتبطاً بالاهتمامات الدنيوية أكثر بكثير من الكتب الثقيلة للديكارتيين الفرنسيين. وقد نجحت الفلسفة الميكانيكية الجديدة كما فصلها **بويل** ودائرته في النجاة من الفخ الذي نصبته الازدواجية الديكارتية والميكانيكية الهوبزية؛ كانت بشكل ثابت مضادة للتوجه الفكري المادي، حتى لا نذكر أنها كانت ضد السحر ومعادية للطائفية. وأهمية هذا المركَّب المزيج الإنكليزي في أواخر القرن السابع عشر تنبع من أنها تسمح لنا أن نتكلم عن الأصول الإنكليكانية للعلم المعاصر على أنه ليس معارضاً، ولكنه متخطياً، للأصول التطهرية للعلم الحديث. لقد وفرت الإنكليكانية التحررية الاستمرارية الإيديولوجية بين علم **بويل** – أي المنهجية التجريبية للعلم الحديث – وعلم **إسحاق نيوتن**. ومع **نيوتن**، أنجز العلم الحديث رشده. ومع انتشار العلم النيوتوني كان يصبح لاهوتياً أقل وعملياً أكثر. وقد جعل المحاضرون

والتحـــريبيون من علم الميكانيك مركّباً مفهوماً ومفيداً يمكن بواسطته تفـــسير النظام الفيزيائي والاستفادة منه. وبالتدريج أخذ العلم النيوتوني يضع في الظل بعض ارتباطاته الإنكليكانية ويصبح مصدراً ثقافياً يدرَّس ويطبَّق من قبل المخالفين غير الإنكليكانيين، مثل عائلة **واط** التي كانت من أصول تطهرية، وكذلك من قبل الجمهور المدني ذي التوجه الديني الهامشي.

العلم الإنكليزي والمجتمع قبل *برنسيا* (1687)

كـــان الوسط الثقافي للثورة الإنكليزية (1640-1660) قد شحذ التداعيات الاجتماعية التي كانت تُرى في مختلف الأحاديث عن الطبيعة المتوفـــرة للأوروبيين العصريين الأوائل. وللإمساك بقدرة الطبيعة، فقد مُنحت سلطة بشكل سحري إلى القساوسة والمتنبئين الذين يدّعون أنهم يمـــتلكونها على حد سواء، وبالتالي، مرة أخرى - كما في فرنسا على زمـــن **ديكـــارت** - وقعـــت العقائد المتطرفة، مثل المذهـب الطبيعي والمذهب الهرمسي، في أيدي الناس العاديين. ولكن في انكلترا في ذلك الوقت، كانت البروتستانتية الراديكالية هي التي وفرت أيضاً عقائد مثل الـــنور الداخلـــي والرهبنة لكل المؤمنين، ما برر بشكل أبعد غطرسة مـــتهورة تجاه السلطة القائمة. وقد بقيت السكولستيكية الأقدم الحليف الحقيقـــي للكاثوليكـــية، فقد كانت الكاثوليكية تعني السلطة المطلقة. وكـــان البديل السكولستيكي يدعم العقائد الكاثوليكية مثل تحول خبز القربان إلى دم المسيح وجسده، وكان ذلك سبباً آخر لماذا لم يكن هذا الـــبديل قـــابلاً للحياة. وفي نفس الوقت، في وجه الموقفين الكاثوليكي والـــراديكالي تجاه سيادة السلطة والدولة، قدم **هوبز** مادية أساسية على أنها الرد العقلاني الوحيد. لكن البديل الهوبزي أقر فقط بالعلم الرياضي

ولـيس بالتحريبـي العملي؛ كما أنه ربط ماديته مع شكل سلطوي مطلق، علماني بالكامل. وبالطبع لم يكن **هوبز** كاثوليكياً، وفي الحقيقة كـان يحتقر سلطة الإكليروس، أي إكليروس سواء كان بروتستانتياً أو كاثوليكـياً. ولم يكن البروتستانت المعتدلون، مثل **بويل** والأفلاطونيين في كامبريدج، يرون فيه صديقاً لا للكنيسة الإنكليزية ولا للدولة، كما أنـه لم يكن يساند نوع العلم الذي كانوا يريدون. فالتحريب العملي كـان يـستطلب فـضاء منفصلاً، وجمهوراً وكذلك مهارات تكتسب بشكل خاص، وتكنولوجيا، ومجتمعاً مدنياً منفصلاً عن الدولة وبالتالي يـصعب ضبطه نتيجة لذلك. كانت طريقة **هوبز** الرياضية، كما قال، مأمـونة سياسياً، وإذا ما تمّ اعتمادها كان يمكن أن تضبط بملك مطلق السلطة.

وفي وسـط أصـحاب الـسلطة المطلقة والراديكاليين والماديين الهوبزيين، وفي أواخر سنوات الـ 1650، كان الأسياد ملاك الأراضي، وكـذلك المغامرون التجاريون الذين يحملون ميلاً بروتستانتياً، يريدون الاحـتفاظ بدين للدولة كما كانوا يريدون أن يأمّنوا الرفاهية المادية. وبـشكل متـزايد تحولـوا إلى ما كان يقوله **بويل**، وفيما بعد لأفكار **الجمعية الملكية**. كانت مضخة هواء **بويل**، التكنولوجيا المتقدمة لزمانه، تُـشترى بحماس وتحسّن باستمرار. وفي لندن والمحافظات، كان جمهور جديد – أوسع ربما مما كان يرعى **ديكارت** والديكارتيين في فرنسا أو في الجمهورية الهولندية – يجد العلم جذاباً.

كانـت الإنكليكانية التحررية تجند إكليروساً مطواعاً لمن يمتلك الأرض والأمـلاك، وبالـتالي إكليروساً غير معتاد على دعم الطبقات الوسطى والدنيا. كانت الثورة قد أطلقت عنان نبض ديمقراطي كان لا بـد مـن مقاومته. وبشكل مماثل كان **بويل** و**ولكنـز** وقيادة الجمعية

الملكــية يــساندون تعــاملاً خاصاً وتطوعياً وأرستقراطياً مع الطبيعة، منفــصلاً في نفـــس الوقت عن الدولة والكنيسة، ولكنه بالكاد معادياً لهمــا. وضمن هذه البيئة، وفي وجه هذا العدد من البدائل غير المقبولة، وبعد عام 1660، أفسحت التطهرية المجال أمام الإنكليكانية التحررية، وأُعطــيت عــباءة العلــم لجيل جديد من القادة المثقفين. ومن هذا الجيل جاءت الافتراضات الميتافيزيقية والدينية التي جعلت المركّب النيوتوني ممكناً.

العناصر الاجتماعية في المركّب النيوتوني

قــبل أن يُنجز المركّب النيوتوني الاستثنائي الرائع، كان لا بد من إيجاد مبررات قوية للتفنيد الكامل للديكارتية. وبين أنصار العلم الجديد في القــارة الأوروبية، في كل من فرنسا والأراضي المنخفضة، كان مثل هذا الرفض الكلي لــ **ديكارت** يبدو غير ضروري، بل حتى غريباً. وفي حين كانــت هــنالك إشكالات بديهية واضحة في بعض مظاهر علم الكون والفيزياء عند **ديكارت**، كان إصراره الصارم على الآليات والتماس بين الأجــسام يبدو البديل الوحيد الناجح لمذهب الإيمان بالقوى الخفية عند السحرة، أو الصفات والأشكال عند السكولستيكيين. وبالتالي، كما رأينا في الفصل السابق، نجحت الديكارتية في إحراز تقدم بطيء ولكن ثابت في الجامعــات في أوروبا القارية، خصوصاً في البلدان البروتستانتية، وكذلك بالفعــل في انكلتــرا واســكتلندا. لكن فقط في كامبريدج، في سنوات الــ 1660، وبين الإنكليكان التحرريين المعارضين للطائفيين الراديكاليين ولــــ **هوبز**، بدا أن من غير الممكن الدفاع عن نظام **ديكارت**، بسبب تداعياته المادية وأسلوبه البعيد عن التجريبية العملية.

وقد ولّدت الثورة الإنكليزية، ورد الفعل عليها، مناخاً إيديولوجياً في بعــض الدوائر يقوض اليقين الديكارتي. ولم يكن بإمكان **نيوتن** أن

يضع الأساسات الميتافيزيقية لقانون التثاقل الكوني، وأن يبقى ديكارتياً. وهذا المعنى يمكننا القول إنه في حين كان التفكير بوصول الثورة العلمية إلى ذروتها مستحيلاً بدون **نيوتن**، كان التفكير بـ **نيوتن** مستحيلاً بدون **الثورة الإنكليزية**.

وإذا ركزنا الاهتمام بشكل دقيق جداً على كليات كامبريدج في سنوات الـ 1660 – في اللحظة التي جاء فيها الشاب **نيوتن** إلى كلية ترينتي Trinity كطالب جامعي (1661) والبراهين المطبوعة والموجودة في السجلات – لشاهدنا الثورة الفكرية التي تعرض لها الشاب ولكن التلميذ اللامع للفلسفة الطبيعية. وفي سنوات الـ 1650، كانت العقائد الأساسية للتطهرية قد تمّ التنكر لها بشدة بين بعض الفلاسفة والزملاء في الكلية، الذين كانوا بكل الأحوال يتمنون الحفاظ على العلم الجديد. وكان هؤلاء قد تنكروا أيضاً للسكولستيكية، وتحولوا بالتالي إلى التقليد الأفلاطوني المعدل مسيحياً، لـ **النهضة**، للبحث عن تفسيرات للطبيعة يمكنها أن تواجه **أرسطو** وفي نفس الوقت تحتفظ بالعقائد الأساسية للمسيحية البروتستانتية، ولبديهية وجود الخالق في خلقه. كان الاعتقاد أن الأفلاطونية الجديدة، عندما تزاوج العلم الجديد، يمكنها أن تحتفظ بالفعل الميكانيكي وأن تُبقي في نفس الوقت على القوى الروحية في الطبيعة أيضاً[23].

كان قائدا مدرسة كامبريدج هذه هما **هنري مور ورالف كودوَرث** Cudworth. وفي أعمال **مور** المبكرة المنشورة، وهي مجموعة قصائد، *بلاتونيكا Platonica* (1642)، سعى **مور** لتفصيل الحس الأفلاطوني للقوى الروحية في الطبيعة التي كان يمكن فهمها علمياً. وفي البداية كان أيضاً مشدوداً بقوة إلى كتابات **ديكارت**، بل حتى أنه تراسل مع الفيلسوف الفرنسي. وفي نفس الفترة راقب **مور**

بــرعب التشويشات التي نتجت عن الحروب الأهلية وفترة خلو العرش بعــد مقــتل الملــك. وعلــى التوالي وصل إلى كره التعصب الديني والتطهــرية - "مــثل هذه الأخطاء المروعة، التي تبدو علامات لمملكة الظلام" - كما كره الكاثوليكية.

ولكن في عام 1653، كان **مور** يرفع صوته متحفظاً حول النظام الديكارتي؛ وفي عام 1665 سجل لـ **بويل** رفضه الكامل لــ **ديكارت**، انطلاقاً من خوفه من أن نظام **ديكارت** يقود مباشرة إلى الإلحاد، تماماً مــثل أنظمة **هوبز** و**أبيكور**. وقد اعتقد **مور** أن النظرية الذرية الحقيقية تــتطلب التأكــيد على القوى الروحية في الطبيعة وعلى رفض السببية المادية الميكانيكية بالكامل والعشوائية. ولأنه كان أستاذ **نيوتن**، فقد وفر رفــض **مــور** لــ **ديكارت** ستارة المسرح الخلفية لنظرية تلميذه عن المــبادئ الفاعلة، واهتماماته طيلة حياته بدور الروحاني واللامادي في الطبيعة. وبدون الإيمان بالمبادئ الفاعلة، لم يكن بإمكان **نيوتن** أبداً أن يــضع فرضية وجود التثاقل الكوني كقوة غير مادية تعمل على امتداد الكون، مستقلة عن أي فعل تماس ميكانيكي بين الأجسام. ومبكراً في ســنوات الــ 1660 سعى أفلاطونيو كامبريدج، بكلماتهم هم، إلى أن يعطــوا الجــيل الجديد من طلبة المرحلة الجامعية الأولى بديلاً لكل من **ديكارت** وأرسطو:

> **"وعــندما نرى أنهم لن يعودوا أبداً إلى الفلسفة القديمة، بالشكل الذي كنا علــيه كعلماء شباب، لن يكون هنالك وسيلة لإبعادهم عن الإعجاب المفرط بالفيلــسوف الفرنسي، والإضرار بأنفسهم وبغيرهم، ببعض المبادئ هناك، إلا بأن نضع بين أيديهم جسماً آخر من الفلسفة الطبيعية، التي سيبدو أنها ستكون [الترياق] الدواء المضاد الأكثر فاعلية"[24].**

وفي أول دفتر ملاحظات لــ **نيوتن** الطالب، عام 1663، نستطيع أن نلحــظ البحث عن الترياق ضد المادية من النوع الديكارتي. كان

منشداً إلى النظرية الذرية لـ **چاسندي** في تلك المرحلة المبكرة، وكان نافراً من تعريف **ديكارت** للمادة على أنها الحيز الممتد إلى ما لا نهاية؛ كان الجامعي الشاب يحلل عقلانياً أنه إذا كان الكون مليئاً بالمادة، عندها لا يعود هنالك مكان للحركة. أما النظرية الذرية، من جهة أخرى، فإنها تسمح بالفراغ بين الجسيمات، وأصبحت بذلك واحدة من لبنات الأساس في فلسفة **نيوتن** الطبيعية الناضجة. كانت خرابيش **نيوتن** الطالب المبكرة تظهر أنه كان قد ترك **أرسطو**، ومتعرفاً على **ديكارت**. لكن الشاب **نيوتن** وجد أن فلسفته الطبيعية المطلوبة (ولكن ليس رياضياته أو العلم الجديد في ذاته) ما زالت مفقودة.

وبنتيجة لذلك أبحر **نيوتن** في رحلة فكرية طويلة من المغامرات والمخاطر مليئة تماماً بالإشكالات العلمية لعصره. ويكشف دفتر ملاحظاته أيضاً أنه كان على تماس مع قضايا الفلسفة الطبيعية التي كثيراً ما كانت تناقش ضمن دوائر مختارة في الجامعة. وعلى امتداد ملاحظاته كان يجيب على أسئلة تعليمية معيارية، وكذلك على مسائل فلسفية. ونحن نعرف أنه في تلك الفترة كان **ديكارت وهوبز** مقروئين في الجامعة، بالرغم أنه، وحتى عام 1667، كان نائب رئيس الجامعة يدين علناً قراءة **ديكارت** من قبل المرشحين للحصول على البكالوريوس[25].

ومع إعادة إحياء الملكية عام 1660، كانت الجدالات الكلامية ضد المذاهب الهوبزية، والإلهامية الدينية والطبيعية، بدأت تصل حدها الأكثر حدية. وفي الوقت الذي كان فيه **بويل وجوزيف چلانڤل** Glanvill، يقصفان بعنف أصحاب المذهبي الطبيعي بالمطبوعات، كان **مور وچودورث** في كامبريدج قد رتبا هجومات متنوعة ضد الهوبزية والديكارتية والإلهامية الدينية، وكذلك ضد صيغة أخرى من المادية آتية من الجمهورية الهولندية على شكل التوحيد الوجودي

لـــ ســـبينوزا Spinoza، والتي سنسمع عنها أكثر في الفصل القادم. ومع ذلك لا بد من ملاحظة أن العديدين من هؤلاء الإصلاحيين كانوا ما زالوا يحتفظون بعنصر حيوي واحد من التطهرية القديمة. ففي الوقت الـــذي كانـــوا يحتقرون فيه الحتمية القدرية و"حكم القديسين" - أي أولئك الرجال والنساء الذين سعوا في سنوات الـ 1650 إلى استقلالية عـــن الـــسلطة الكنـــسية - كان **بويل** والإصلاحيون، المتمركزون في كامـــبريدج في مرحلة إعادة الملكية، قد استمروا بالإيمان بإمكان تحقق جنة الألفية السعيدة. وبالفعل كان إيمانهم بالألفية السعيدة لا يتضمن في تصورهم أي تغيير في النظام الكنسي والسلطة السياسية القائمين، ولكنه يفتـــرض مـــع ذلك جنة على الأرض، حيث تسود الاستقامة الدينية الصالحة.

كانـــت كتابات **نيوتن** الخاصة في سنوات الـ 1660 تعكس إلى حـــدٍّ كبير صدى لنفس ذلك الجدل البلاغي الكلامي. كانت نصوصه ودفاتـــر ملاحظاته، في تلك الفترة عندما كان يصيغ مواقفه الميتافيزيقية التي أتت لتستقر في أساس علمه - المواقف التي بقيت معه حتى وفاته - تكـــشف إيمانه بالألفية السعيدة. وأهم من ذلك، كانت تلك المواقف تـــستخدم الـــصيغ البلاغية للفلسفة الطبيعية التي كانت ترتبط بشكل مباشر بالعقيدة الإنكليكانية الجديدة. وبعد فترة وجيزة من وفاة **نيوتن** كتب مساعده **جون كريج** John Craig - والذي قام قبل ذلك بعدة ســـنوات بـــدور الصلة بين **نيوتن** والمجادل النيوتوني الشاب **ريتشارد بنتلـــي** Bently - أن الـــسبب الذي جعل **نيوتن** "يظهر خطأ فلسفة **ديكارت**، كان ظنه أنها وُضعت بشكل خاص بهدف أن تكون أساساً للإلحـــاد"[26]. وقراءة عن قريب لنصوص **نيوتن** - المنتشرة على امتداد فترة إعادة الملكية - تؤكد نظرة **كريج**. فقد كانت اللغة التي استعملها

تـــشبه بشكل ملحوظ الكلام الجدلي الإنكليكاني الذي كان يحيط به. وقـــد فـــنَّد **نيوتن** تعريف **ديكارت** للجسم على أنه امتداد، لأن ذلك التعريف "يقدم بشكل صارخ مساراً للإلحاد"؛ وبشكل مماثل، فقد فنَّد المفهـــوم الرخيص (أو بالأحرى غيابه) للجسم.. والذي به تكون كل سمـــات الأجـــسام ذاتية ومتأصلة" لأن ذلك المفهوم يقود مباشرة إلى الإلحاد أيضاً. وقد أراد **نيوتن**، مثل **بويل**، أن يبني بديلاً لنظرية المادة الأرسطوطالية "السوقية" لأن مضامينها كانت هرطقات، وبالتحديد لأن تلـــك المـــضامين تتـــناغم مع مفاهيم مذهبـــي الحيوية ووحدة الوجـــود، للـــرجال "الـــسوقيين" (وهي كلمة أخرى للعامة) الذين فرختهم الطوائف الراديكالية خلال الثورة. وكما يقول **نيوتن** في أحد نصوصه، "لكن بالفعل إذا بحثنا حولنا لن نجد أي سبب للإلحاد غير هذا المفهـــوم القائل بأن للأجسام، كما كانت، حقيقة مطلقة ومستقلة في ذاتهـــا". والتعريفات النيوتونية لفلسفة الطبيعة في مرحلة ما بعد *برنسيا* موجـــودة بوضـــوح في نـــصوص ما قبل *برنسيا*: سلطة الإرادة الإلهية لتحـــريك المـــادة "الجلفـــة والغبية"؛ الوجود المستقل والمطلق للمكان والـــزمان؛ وكذلك، واللب الأهم لصياغة مفهوم التثاقل الكوني، فكرة أن "القـــوة هي المبدأ السببـــي للحركة والركود"، والذي يعمل على الأجسام في فراغ.

وهـــذا الرفض بالجملة لـــ **ديكارت** كان أساسياً قبل أن يستطيع نـــيوتن أن يستخدم مهارته الرياضية الرائعة ليصيغ بشكل دقيق قانون التـــثاقل الكون. وقد بدأ هذا الرفض في سنوات الـــ 1660، لكن لم يعـــط **نيوتن** اهتمامه مرة أخرى لقضية الجاذبية إلا متأخراً في سنوات الـــ 1670، ومرة أخرى في سنوات الـــ 1680؛ حيث كانت الصيغة الكاملة لقانون التثاقل الكوني ستبرز وتنشر في *برنسيا* (1687).

والجـــدال المقـــدم كـــبرهان هناك يدعي القول إن العوامل الدينية والإيديولوجـــية تفـــسر أو تـــبين عوامل موهبة **نيوتن** العلمية أو إنجازه. بالأحرى، كان الإطار العام يسمح لعمله بالازدهار بالاتجاه الذي حصل. وفي نقطـــة مـــا، علـــى المؤرخ أن يقر بوجود سلطة مبدعة، لدى **نيوتن**، خاصة في الرياضيات، بقوة لا سابق لها. نحن نستطيع أن نخمن فقط كيف دفعـــت الأفكار الدينية والاهتمامات الإيديولوجية - وبشكل خاص جداً للفترة بعد عام 1660 - الشاب **نيوتن** للبحث عن فعالية إلهية في كل سمة للـــنظام المـــادي، وبالتالي لأن ينمو كفيلسوف طبيعي وكعالم. ولم يكن **نيوتن** المتدين متناقضاً أبداً مع **نيوتن** العالم؛ على العكس تماماً.

كان **نيوتن** من أكثر البشر عزلة. كان يختار أن ينشر علمه عندما يُضغط عليه فقط. ويظهر تدينه إلى يومنا هذا في كمية النصوص الخاصة الـــضخمة التي توجد في كل مكان، من كاليفورنيا إلى إسرائيل. وفيها يستطيع المؤرخ أن يتلمس إيمانه بالألفية السعيدة، وكرهه للكاثوليكية، وأفكـــاره المتحررة جداً عن كنيسة الحكومة، وموقفه الرافض للإيمان الثالوثي المسيحي [الآب، والابن والروح القدس][*] (وهو أحد الأسباب الذي أبقاه في عزلة حول هذه القضايا)، وليس أقله نشاطه في الخيمياء. وجـــزء مـــن ســـبب هذه "السرية" عند **نيوتن** كان، ببساطة، أسلوبه الشخـــصي الذي كان متوسوساً قليلاً؛ ويعود بعض السبب أيضاً إلى العصر الذي عاش فيه؛ كان ذلك الزمن الذي أصبحت فيه الجامعة "آلة تقدّم أقصى الخدمة للدولة"[27].

كانـــت فترة إعادة إحياء الملكية زمناً خطراً على كل من كان يحمل أفكـــاراً ترتبط بعدم الاستقامة في العلاقة مع الملكية والكنيسة الوطنية. لقد مـــارس **نيوتن** الخيمياء معظم حياته؛ وكانت الخيمياء، في مرحلة ما، بين

(*) [المترجم].

القـــضايا التي حملها الإصلاحيون لسنوات الـــ 1650. وبالنسبة لـــ **نيوتن** كانـــت الخيمـــياء تؤكد على إحساسه بالقوى الروحية التي تعمل في كل مكـــان في هـــذا الكون؛ وبالفعل كانت تلك الأرواح قادرة على تفكيك المعـــادن؛ وعـــندما تصبح مصقولة، مثل تلك المادة "إذا اجتمعت بالقطعة المناســـبة تـــتحول بـــسرعة إلى ذهب". ولكن لم يكن مناسباً نشر تلك الأفكار. كانت أفكاره الخيميائية وتجاربه موجودة أيضاً مطمورة في العديد مـــن نصوص **نيوتن**[28]. بل حتى أهم مساهمة إفرادية له للعلم الجديد بقيت مطمورة لفترة بين أوراق شبابه الخاصة. وربما كانت الفترة الأعظم إبداعاً في حـــياته كانـــت في أواســـط سنوات الـــ 1660، عندما اكتشف علم التحلـــيل الرياضـــي Calculus، وصاغ علاقة التناسب العكسي مع مربع المـــسافة بين الشمس والكواكب، والأرض والقمر؛ ومن خلال التجارب العملـــية باســـتخدام الـــضوء المرشح عبر منشور، قرر أن الألوان ليست تعـــديلات معقـــدة للضوء، ولكن بالأحرى إن كل لون هو فريد ويمتلك خاصـــيته الذاتـــية بالانكسار. ويمكننا تلخيص هذه الاكتشافات لأواسط سنوات الـــ 1660، بكلمات **نيوتن** نفسه:

فـــي مطلـــع عـــام 1665 وجدت *المنهج* لأعالج السلسلة الرياضية بشكل تقريبـــي و*القاعدة* لتقليص أية منـــزلة لأي تعبير رياضي ثنائي في مثل تلـــك السلسلة. وفي نفس تلك السنة في أيار/مايو وجدت طريقة تانجست Tangets لـــ *غريغوري وسلسيوس* Gregory & Slusius؛ وفي تشرين الثانـــي/نوفمبـــر كـــان لديّ طريقة مباشرة للتغيّر المستمر بكلمات أخرى بدايات طريقته للتحليل الرياضي؛ في السنة التالية، في كانون الثاني/يناير وجـــدت نظرية الألوان عمل *نيوتن* في البصريات وفي أيار/مايو كان لديّ مدخل إلى الطريقة المعاكسة للتغيّر المستمر(*). وفي نفس تلك السنة بدأت التفكير بأن الجاذبية قد تمتد إلى فلك القمر، وبأنني وجدت كيف أقدر القوة التـــي تـــضغط فيها كرة تدور داخل كرة على سطح تلك الكرة، تبعاً لقاعدة

(*) مرحلة التكامل في التحليل الرياضي، المعاكس للتفاضل. [المترجم]

> كبلر للأزمنة الدورية للكواكب حيث إنها متناسبة مرة ونصف مع المسافات بين مراكز أفلاكها. وكان استنتاجي أن القوى التي تبقي الكواكب في أفلاكها لا بد أن تكون متناسبة عكسياً مع مربع المسافات بين المراكز التي تدور حولها؛ وبالتالي قارنت القوة المطلوبة لإبقاء القمر في مساره مع قوة الجاذبية على سطح الأرض ووجدت أنها تتجاوب تقريباً بكلمات أخرى قانون التثاقل الكوني. كل ذلك كان في سنتي وباء الطاعون لـ 1665 و1666. لأنني في تلك الأيام كنت في ذروة عمري الابتكاري وفكري الرياضي والفلسفي، أكثر من أي وقت بعد ذلك[29].

ومن أية وجهة نظر، كانت تلك سنة هامة عاش تجربتها الشاب **نيوتن**. وعندما كان أكبر عمراً تابع الخيمياء، واللاهوت، وتاريخ الكنيسة بنفس الشره الذي كان عنده والذي تابع به الرياضيات والفلسفة الطبيعية. وبالفعل في سنوات الـ 1680، أصبح **نيوتن**، مثل العديد من الإنكليكانيين، متوسوساً مرة أخرى بمعنى التنبؤات الروحية، وبالأيام الأخيرة للعالم.

ثورة 1688–1689 والمركَّب النيوتوني (التوليفة النيوتونية)

وفي حين نجح الفلاسفة الطبيعيون الإنكليكان لعصر إعادة الملكية في هزيمة التهديد للاستقامة وهيمنة الكنيسة الذي شكله، لمرحلة، الطائفيون الراديكاليون[30]، تبدت مخاطر أخرى عند كل زاوية. كان يمكن لمادية **هوبز** المصقولة أن تُستخدم لتبرير سلطة دولة مطلقة ولكن ملحدة. وكان التراث الجمهوري لسنوات الـ 1650 مستمراً في شد نخبة، وكذلك أتباع **بلابيان**(*). وفي مطلع سنوات الـ 1680 كان هنالك مؤامرات ضد الملك، وحتى تمرد قصير في العلن عام 1685.

لكن التحدي الأكثر جدية للصعود البروتستاني جاء من الملكية نفسها. ففي سنوات الـ 1680 عاد طيف الملكية المطلقة في شخص

(*) أحد العامة في روما القديمة. [المترجم]

الملك الجديد، وشقيق تشارلز الثاني، **جايمس**، دوق يورك، الذي سوف يصبح بسرعة الملك **جايمس الثاني**. كان كاثوليكياً تقياً؛ وكان أخوه أيضاً لا يعتقد أنه ذكي بما يكفي. وقد كان بالتأكيد عنيداً. وقد رآه **نيوتن** في كتاباته الخاصة كطاغية. وعندما أصبح من المستحيل إبعاده عن العرش، أقلقت كاثوليكيته بعمق الفلاسفة الأتقياء مثل **بويل** و**نيوتن**.

وفجأة هدد شخص **جايمس** وسياساته هيمنة الكنيسة الإنكليكانية. وقد أحست المؤسسات الدينية الأخرى المعنية بالتربية أو بالرفاه الاجتماعي، مثل أوكسفورد وكامبريدج، بالتفحص التفتيشي البارد للملك الجديد، الذي هدف بعد عام 1865 لإعادة تنصيب الكاثوليك في المراكز العالية؛ وكانت سياسات **جايمس** غادرة بشكل مماثل، عندما حاول رعاية المنشقين غير الإنكليكان، مثل البرسبيتاريين(*) (مثل عائلة **واط**)، وحتى الكويكرز مثل **وليم پنّ** Penn وأصدقائه. وكان المنشقون يتحسسون، كما ذكر واحد منهم، "مثل الحية في العشب"، ولكنهم مع ذلك بنوا الكنائس في أنحاء البلاد وحاولوا أن يخرجوا من تحت عقود من الاضطهاد الذي تعرضوا له في مرحلة إعادة إحياء الملكية[31]. كانت الجمعية الملكية، مثل العديد من كليات أوكسفورد وكامبريدج، قد أعلنت تأييدها للملكية وللإنكليكانية خلال فترة إعادة إحياء الملكية؛ كان هنالك من الدلائل ما يوحي أنه خلال لحظات حرجة مختلفة، في أواخر سنوات الـ 1670 والـ 1680، كتب بعض **زملاء** الجمعية الملكية تأييداً للسلطة الملكية. ولأن **جايمس الثاني** كان مهتماً بشكل واسع برفاهية رعاياه الكاثوليك فقط، فقد بدا بشكل فريد غير معجب بولاء هؤلاء أو بجهودهم.

(*) الكنيسة البروتستانتية المشيخية Presbyterian.

وفي عـــام 1685 ورث **جايمس** عن أخوه بلاطاً لم يكن سلطوياً بميوله فقط ولكنه كان سيئ السمعة لتصرفاته الخاصة السيئة. لكن ذلك الـــبلاط كان أيضاً منفتحاً على الاهتمامات الثقافية لأيامه. فالفرنسي الأبـــيكوري **ســـان أفرمون** Saint-Evermond كان له أتباع داخل الـــبلاط، في حين أن **تشارلز** نفسه، رغم أنه كان لدرجة كبيرة جاهلاً للقـــضايا الفلسفية، كان قد قدم حمايته للجمعية الملكية. وفي هذه البيئة الـــتي نتجت عن الرعاية الملكية والخوف من عدم الاستقرار السياسي، حاولت الجمعية الملكية، طيلة فترة إعادة إحياء الملكية، أن ترسم قدرها وقدر العلم الجديد أيضاً.

لقـــد ســـعت، كما وضعه معلق حديث، "أن تجلب العقلانية والـــنظام إلى كـــل مجالات الحياة الوطنية"[32]. وقد وضعت تأكيداً عظيماً على التحسينات التكنولوجية، وعلى الأجهزة الميكانيكية المعدة للصناعة والزراعة، وعلى التعلم من الحرفيين، ليس للارتقاء بهم لكن لاســـتخدام تقنـــياتهم في خدمة التنظير العلمي. كان الإلهام في تلك المشاريع بايكونياً؛ وفي بعض الحالات جاءت الحوافز كطلبات مباشرة من الوكالات الحكومية إلى الجمعية للمساعدة في واحد من المشاريع أو آخر.

كـــان الـــزملاء الأفراد، بما في ذلك رجال الدين في **سومرست** Somerset، مـــثل **جوزيـــف جلانفل** Glanvill، لديهم علاقات مع أبرشياتهم الريفية، كما كانت لديهم حاجة للطبقات المحلية واهتمام بها. وفي بـــدايات انكلتـــرا الحديـــثة، كان الاقتصاد الريفي يشمل التنمية الـــصناعية، التعدين للفحم الحجري وغيره من خامات المعادن بشكل خـــاص، ولكن أيضاً بعض الصناعات التحويلية الخفيفة التي تستخدم طاقة الخيل ونواعير المياه. وفي سجلات الجمعية من سنوات الـــ 1680

نجد براهين على الاهتمام بمحركات البخار المبكرة؛ والأهم في ذلك، كانت الجمعية في ذلك الوقت متقبلة لما كان سيصبح جدلاً اجتماعياً ثورياً. فقد كان زملاء الجمعية يناقشون فكرة أنه يمكن للأجهزة الميكانيكية - وبالفعل يجب - أن توفر في العمالة، وبالتالي فهي بالأحرى تقلل بدلاً من أن تزيد في التوظيف. وفي زمن تلك النقاشات، كان في غاية الصعوبة الحصول على براءة اختراع من الحكومة لأي من تلك الأجهزة إذا كان مخترعها يقول إنها تقلل من العمالة. وبالفعل، وإلى أواخر سنوات الـ 1720، كان يمكن رفض براءات الاختراع إذا كان المتقدم بالطلب يجادل بهذه الطريقة. ومع ذلك كان يمكن أن نجد في ذهن فلاسفة الطبيعة المرتبطين بالجمعية الملكية، في فترة إحياء الملكية، عقلية صناعية بشكل متميز بالمعنى الحديث لهذا الاصطلاح؛ والأهم من ذلك، كان هنالك حماس للترويج لرؤيتهم عن التقدم الصناعي مهما كانت تداعياته غير مرغوبة اجتماعياً، سواء بشكل مباشر أو من وجهة نظر الحكومة[33]. كان للتحالف - الذي انصهر خلال فترة إعادة الملكية بين العلم الجديد والنخبة التي تملك الأرض والنخبة التجارية (والتي كانت مصالحها قد ازدهرت في أواخر القرن السابع عشر وما تلا ذلك) - تداعيات تاريخية امتدت إلى أعماق أواخر القرن الثامن عشر وفي صلب **الثورة الصناعية**[34]. وعلى الأقل كان أحد الأسس للأصول الثقافية للثورة الصناعية قد وُضع مبكراً منذ سنوات الـ 1680.

ولكن قبل أن يكون ممكناً مأسسة التقدم الاقتصادي الحقيقي، كان الاستقرار السياسي أساسياً. وحيث أن الجمعية الملكية كانت قد تحالفت مع السعي بحثاً عن النظام والاستقرار والنمو التجاري والمشاريع الصناعية، فقد كانت الجمعية مؤسسة شبه خاصة تعتمد في مصاريفها

علـــى اشـــتراكات الـــزملاء الأعضاء فيها، وعلى الدعم الملكي لتعزز اســتمرارية اســتحقاقها للاحتـــرام. ولهذا لم يكن غريباً أنه في أواخر ســنوات 1680 عندما هددت سياسات **جايمس الثاني** التسلطية المطلقة بزعـــزعة الاســتقرار النظام السياسي وتقويض الكنيسة الإنكليكانية، وبإغـــراق البلاد في حرب أهلية جديدة، أن تبحث الجمعية الملكية عن الطـــرق لـــتأمين مـــصالحها، وكذلك لتذكير الملك الجديد بواجباته تجاهها.

وفي تلـــك اللحظـــة بالـــذات (عام 1687) نُشر *برنسيبا* Principa لــــ **إسحاق نيوتن** كجزء من *مطبوعات imprimatur* للجمعية. وهذا تـــاريخ مهم بشكل فريد في تاريخ الفكر الغربـــي. ومن عام 1687 وما بعـــده نحـــن نستطيع الحديث عن صيغة شائعة للمركّب النيوتوني (المؤالفة النيوتونية)؛ مجموعة متماسكة من القوانين العلمية، وبالتحديد قانون التثاقل الكـــوني، الـــذي تمّ إثباته رياضياً، والذي بالإمكان أيضاً إيضاحه تجريبياً باستخدام أجهزة ميكانيكية؛ تلك كانت فلسفة طبيعية متميزة، من أصول نيوأفلاطونـــية وضد مذهب المادية في أهدافها؛ وفي الجدل الكلامي كانت مناقـــضة للديكارتية؛ وأيضاً، وبنفس الأهمية، للكنيسة الإنكليكانية؛ كانت سلـــسلة مـــن التفسيرات الاجتماعية والسياسية التي صاغها رجال الدين مـــستخدمين نموذجاً نيوتونياً للنظام الكوني. وكما رأينا، كان بزوغ هذا المـــركّب يتـــضمن علاقـــة بالصراعات الإيديولوجية التي نربطها بالثورة الإنكليـــزية. كـــان توقيت نشر *برنسيبا* يدين، ربما، بشيء ما لعودة عدم الـــيقين الـــسياسي إلى الساحة الإنكليزية. والأخير سوف يتم حله بهرب **جايمس الثاني** وطرده دستورياً في 1688-1689.

وعلـــى ضـــوء ما يُعرف اليوم حول النشاط السياسي للجمعية الملكـــية خلال فترة إعادة الملكية، علينا على الأقل أن ننظر في السؤال

لمـــاذا ظهر *پرنسپا* في الوقت الذي ظهر فيه. إن الرواية المعيارية الشائعة هي أن **إدمون هالي** Edmond Haley، الزميل في الجمعية الملكية وصديق لـــ**نيوتن**، حرض الكتوم، والمشغول عدا ذلك، على كتابة ونشر تحفته الـــرائعة. وطـــيلة فترة عدم الاستقرار في سنوات الـــ 1680، علينا أن نتذكر، كان يبدو أن **نيوتن** كان مشغولاً بشكل خاص بصعود وانهيار الملكـــيات القديمـــة وبالنصوص الإنجيلية النذيرة للكتاب المقدس القديم والجديـــد[35]. لكـــن **هالي** أقنعه أن يترك على حدة دراساته التاريخية والخيميائـــية عندما جلب له أخباراً حول المناظرات في لندن عن ظاهرة التثاقل الكوني. كانت نتيجة ذلك الاستطراد، بالطبع، *پرنسپا* المشهور. كـــان يحمل على صفحاته للعناوين رخصة *مطبوعات* الجمعية الملكية، وكممـــثل لها، اسم **صموئيل پيپس** Pepys. كان **پيپس** في تلك الفترة يسعى بنشره إلى كسب عطف بلاط **جايمس الثاني**، وبالفعل فقد دفع غالياً ثمن تملقه الذليل في مرحلة الضياع بعد الثورة التي أُبعد فيها أتباع **جايمس الثاني** بعد عام 1689.

لكـــن، هنالك صعوبات لقبول قصة **هالي-نيوتن**، مهما كانت جذابـــة. فمـــن جهـــة إنها تشبه إلى درجة كبيرة وصف **جورج أنت** Ent لـــدوره في حث **وليم هارفي** Harvey ليسمح بنشر كتابه *أجيال الحـــيوانات De generatione animalium* عـــام 1651[36]. وهذا، بالطـــبع، لا يجعـــل القـــصة غير حقيقية في حالة **نيوتن**. لكن إذا كان هنالك شيء ما حقيقي لفرضية أن *پرنسپا* لـــ **نيوتن** كانت قد نشرت في عهـــد **جـــايمس الـــثاني** بوحي من حوافز سياسية، كان لا يمكن لـــــ **نـــيوتن** أن لا يعرفها؛ كان لا بد أن نتوقع بعض الإشارات غير المباشرة عن هذا المخطط السري، بعض التلميحات التي تظهر - إما في المديح الغنائي من **هالي** إعجاباً بـــ **نيوتن** وإنجازه الذي تصدر *پرنسپا*،

أو ربما في رسالة **هالي** في شرح هذا الإنجاز الموجّهة إلى **جايمس الثاني** متودداً – والتي نشرت لاحقاً في *الوقائع الفلسفية للجمعية الملكية* *Philosophical Transactions of the Royal Society*[37].

ومديح **هالي** الغنائي كان بالتأكيد يعطي تلميحات مثيرة. كان يستخدم لغة أبيكورية لشد المعجبين إلى إنجاز **نيوتن**. ولنذكر أن الأفكار الأبيكورية كانت شائعة في دوائر البلاط، ومديح **هالي** الغنائي كان يستخدم قصيدة **لكرتيس** Lucretius حول *طبيعة الأشياء*، *دوريرم نتورا De rerum natura*. كانت القصيدة – وما زالت – مصدراً رئيسياً لأفكار **أبيكور**. بدأ **هالي** بتذكير قراء *برنسيا* بأن "نمط السماوات" مبني على قوانين، وضعها الله، خالق كل شيء، عندما كان يصيغ أول الأشياء، أراد بها أن لا تُخالَف، ووضعها كأساسات لعمله الخالد". وبعد هذا الوصف المختصر لخلود "قانون" الطبيعة ودور "الإله الملك" كخالق لهذا القانون والحافظ له؛ تمضي القصيدة إلى الحديث عن المجد في الطاقة التي أطلقتها مهارة **نيوتن** الفكرية، و"التي سمحت باختراق إلى مساكن الآلهة وإلى قياس أعالي السماوات". مطرزة بالكامل بلغة أبيكورية، كانت قصيدة **هالي** تمدح العلم الجديد الذي ترعاه الجمعية الملكية كوسيلة بواسطتها "سنُقبَل فعلاً كضيوف على طاولة الآلهة"[38]. باختصار، يمكن أن يُرى **هالي** وهو يحاول أن يكسب ود الأبيكوريين المرتبطين بالبلاط الملكي لسلالة **ستيوارت**، ليقول لهم إن ما تقوله الجمعية الملكية عن العلم هو شيء مستجد ويستحق أن يستمعوا له. كانت رسالة مرسلة في وقت شديد الحرج للفلاسفة الطبيعيين الإنكليكان ولرجال الكنيسة الذين كانوا مبعدين بشكل كامل عن بلاط الملك **جايمس**.

وربما باستطاعتنا الآن أن نفهم بشكل أفضل – بعد إعادة تثبيت هيمنة الكنيسة مبكراً في سنوات الـ 1690 – لماذا كتب **نيوتن** رسالة

تبدو غريبة إلى **پيپس**، يؤكد فيها، بشكل شبه هستيري، "أنا لم أخطط أبداً لأي شيء لمصلحتك أو بهدف الحصول على رضى الملك **جايمس**". فلو كان *پرنسيپا* قد نشر في محاولة للفوز بالحظوة، بإعادة تثبيت الدور المساند التي كانت تلعبه المعرفة العلمية للملكية خلال فترة إعادة الملكية، لكان **نيوتن** إما بريئاً من هذه الحوافز، أو، كمؤيد قوي لـ **وليم الثالث**، ربما أصبح متوسوساً برعب بعد **الثورة** في قلقه من ارتباط اسمه مع **پيپس**، الذي كان في ذلك الوقت مشتبه بأنه من الجاكوبيين(*) (أي بأنه كان ما زال مؤيداً **لجايمس الثاني**)[39].

وإذا كان **نيوتن**، على أغلب الظن، ساذجاً سياسياً عام 1686، فهو لم يكن كذلك عام 1692. كان قد قاد المعارضة ضد الكاثوليك وضد **جايمس الثاني** في كامبريدج، كاتباً في أوراقه الخاصة بأن "الرجال ذوي الضمير" عليهم أن لا يخشوا على ترقياتهم ولكن على الدين والكنيسة[40]. ثم إنه قام بإعطاء موافقته القلبية لـ **ثورة 1688-1689**، التي خلعت **جايمس الثاني**. وكعضو في البرلمان ممثلاً لكامبريدج، حضّ **نيوتن** المواطنين في دائرته الانتخابية ليفعلوا الشيء نفسه. كان **نيوتن**، ابن العامة، مثل **بويل**، ابن الطبقة الراقية، يخاف دائماً من التعسف السلطوي للملوك ذوي السلطة المطلقة، مثل ما كان **جايمس الثاني** يسعى ليكون.

لكن **الثورة**، لعامي 1688-1689، قامت بأكثر من خلع سلالة **ستيوارت** عن العرش، فهي قد أمنت للكنيسة مكانها الدستوري، لكنها أضعفت بشكل كبير سلطة الكنيسة القانونية والمعنوية. لقد حصل المنشقون عن الكنيسة على تسامح محدود ولكنه حقيقي، وأُلغيت المحاكم الكنسية. وبسرعة كانت ستلغى إلى درجة كبيرة أيضاً الرقابة

(*) للجاكوبيين Jacobites كانوا أنصار جايمس الثاني خلال ثورة 1688. [المترجم]

على المطبوعات. وكمساندين عنيدين للثورة، كانت فئة **اللاتيتوديناريين** المتسامحين هي التي صعدت إلى المواقع القيادية في التسلسل الكنسي، وأصبحت مشاكل الكنيسة هي مشاكل تلك الفئة". وبعد عام 1689 خدمت فلسفة **نيوتن** الطبيعية فئة اللاتيتوديناريين لأنها كانت تعزز الإيديولوجيا الاجتماعية التي كان يبشر بها قادة الكنيسة المثقفين كرد على **التسوية الثورية**(*). وقد عاد النيوتونيون للهجوم الكلامي ضد الراديكالية الفلسفية والسياسية، وقاموا بذلك بلغة خاصة بعلم الإنكليكان لمرحلة إعادة الملكية. وقد تحدثوا، بشكل مناسب من المنبر الذي أقيم تجاوباً مع آخر إرادة لـ **بويل** ووصيته (1691). وبدعم من **نيوتن** وموافقته، قام المحاضرون المؤيدون لـ **بويل** - **ريتشارد بنتلي** و**صموئيل كلارك**، و**وليم وستون** و**وليم درم** - باستخدام "نظام العالم" الذي جاء به **نيوتن** ضد الراديكاليين من حزب **الويج**(**) Whigs في سنوات الـ 1690، وبعدها.

كانت ميول الويج الجمهورية بغيضة، كذلك كانت عدم استقامتهم الدينية، التي كانت تأخذ الكثير من قراءاتهم لـ **هوبز** و**سبينوزا**، وكذلك من **برونو** و**سرفتوس**، ومن الوثنية المتطرفة لأنصار المذهب الطبيعي الذين ظهروا في أواخر عصر النهضة. وبالفعل كان محاضرو **بويل**، يقومون بالضبط بما أشار إليه **نيوتن** لصديق له في أواخر عام 1691 بأنه يمكن القيام به: إن تصميماً جيداً لخطاب مسيَّس (والذي يمكن أن يستخدم أيضاً كفصل في تمثيلية) يمكن أن يُظهر أن أبسط قوانين الطبيعة يمكن رصدها في هيكلية القسم الأعظم من

(*) التي جاءت بها ثورة 1688–1689. [المترجم]

(**) ويج: حزب بريطاني لصبح يعرف بحزب الأحرار أو الحزب الليبرالي. [المترجم]

الكـــون، وبأن الفلسفة يمكن أن تبدأ هناك"[42]. كان **نيوتن** قد وضع صـــيغته الدينية ضمن أجواء محاولة الكنيسة في فترة إعادة الملكية إعادة تثبـــيت حـــسها الخاص بالمشروعية؛ والآن فإن تلاميذه سوف يفعلون الشيء نفسه في أجواء ما بعد الثورية لعام 1689[43].

ومـــن علـــى منبر وقْف **بويل**، وفي كتاباتهم، كان رجال الدين النيوتونيون يبشرون في أبرشياتهم فائقة الرفاهية في لندن. كانوا يمجدون فـــضائل الـــسيطرة على الذات والاهتمام بالجمهور، وفي نفس الوقت كانـــوا يطمئـــنون أبرشياتهم بأن الرفاهية تأتي إلى المتقين، وبأن العناية الإلهـــية تسمح، بل تحبذ، المكافآت المادية على هذه الأرض. كان على الأمـــة أن تعترف برحمة الخالق برعايتها للفضيلة، وبالسعي إلى ما كان يسميه مرشد **نيوتن**، **إسحاق برو** Barrow "المصلحة الذاتية المعتدلة"، وبـــدعم هيمنة الإنكليكانية. هو نفس الخالق الذي استبانت به قوانين نـــ**يوتن** للحـــركة في العالم الطبيعي، وهو الذي لا بد سيضمن النظام والـــرفاهية والغـــزو للمستعمرات والحفاظ على الإمبراطورية في العالم الـــسياسي. وباعتماد لغة بسيطة، غير ميكانيكية، كان الجيل الأول من دعـــاة نـــ**يوتن** يستخدمون علمه، كما استخدم إنكليكان عصر إعادة الملكـــية لغة **بويل** لدعم الإيديولوجيا الاجتماعية والأهداف السياسية للإنكليكانية التحررية الليبرالية وللملكية الدستورية التي تلتزم بالقانون، وكلـــتاهما (اللغـــتان) كانتا قد جُعلتا ساميتين ضمن الكنيسة التي أعيد تثبيـــتها حديـــثاً. وبالتدرج، وفقط بعد عام 1714، أصبح الإنكليكان الليبراليون النيوتونيون مساندين لحزب **ويج** (الليبرالي فيما بعد) بالرغم من أنه بقي العديدون من الإنكليكان النيوتونيون في اسكتلندا في حزب [المحافظين][*] **التوري** Tories[44].

(*) كما يسمى اليوم. [المترجم]

ومع مرور الزمن على **مرسوم التشريع** لعام 1695 وزيادة حدة المنافسة الحزبية بين **الويجز** و**التوريز**، في أواخر سنوات الـ 1690، وجدت المؤسسة الإنكليكانية الليبرالية نفسها، وكذلك البلاط والملكية، عرضة لهجوم من قبل **الويجز** الراديكاليين والجمهوريين. وفي طليعة هؤلاء المفكر حر التفكير **جون تولند** Toland، قام هؤلاء الأخيرون بصياغة براهين - نابعة من المذهبين المادي وتوحيد الوجود باستخدام كلمة اخترعها **تولند** عام 1705 - لتبرير حكم **البرلمان** فوق تعيينات البلاط وجيوشه القائمة: الدين المدني فوق الكنيسة القائمة، والتعدد الديني فوق التسامح المحدد بشكل ضيق. عندها، ومن منابرهم، قام محاضرو **بويل** - وكان **صموئيل كلاوك** متحدثهم الأكثر موهبة فلسفياً - بصياغة البراهين المعاكسة لتبرير النظام والاستقرار، وللحفاظ على الترجمة التسلسلية الطبقية اجتماعياً والإلهية دينياً للتسوية الدستورية التي تلت الثورة.

لكن إذا كانت الهيمنة الإنكليكانية أصبحت تَدين، بعد 1689، بالكثير للعلم النيوتوني، ولكن بماذا كان يَدين علم **نيوتن** لجذوره الدينية والإيديولوجية؟ على المستوى الأهم لنظرية المادة - بإلحاح **نيوتن** بأن فعل التثاقل الكوني يتم من خلال قوى غير مادية في الكون، وليس كصفة عضوية ذاتية للمادة - من المنطقي الجدال بأن **نيوتن** كان قد قبل البراهين المركزية للإنكليكانية الفاضلة كما تمت صياغتها في سنوات الـ 1650 وبعدها. ولا شك أن نصوصه الخاصة، حتى المتأخرة إلى سنوات الـ 1690، كانت تفنّد جدالات الماديين التي لها كان "السوقي" يصف العالم، كما كان يهاجم بعنف أولئك الذين كانوا يفترضون وجود ألوهية واهنة، "إله قزم" كما ذكر **نيوتن**[45]. كان إلحاح **نيوتن** على الفلسفة الرياضية التي ترتكز بثقل على القوى الروحية

قد قاده إلى تبني نظرية في طبيعة الوجود أنتولوجيا قريبة من الأنتولوجيا الباروكية (baroque)(*) ونيوأفلاطونية، وهي الأنتولوجيا التي إلى يومنا هذا ما زالت تربك معلقي الفلسفة المتخصصين الذين يحاولون كشف تعقيداتها. والمقاربة المعتمدة هنا لا تسعى إلى التقليل من هذا التعقيد، لكنها تقدم تفسيراً لوجودها.

إذا كنا نعطي تاريخاً لبداية **عصر الأنوار** الأوروبي في سنوات الـ 1690 في انكلترا، عندها يبدو جلياً أن العلم الإنكليزي من **بويل** إلى **نيوتن** كان قد تبنى صيغة من حركة **التنوير**، معتدلة ومؤمنة بوجود الخالق الواحد، خالق فوق كل الأديان (Deistic) في بعض الأحيان. وإذا أخذنا بالاعتبار ما نعرفه اليوم حول العلاقات المؤسسية والإيديولوجية للعلم الجديد، وباختصار حول أصوله الإنكليكانية، لا بد لنا أن نقر بأن التنوير النيوتوني كان يهدف، من قبل المشاركين فيه، إلى كونه فعل موارد واسعة ضد المذهب المادي وملازمه المذهب الجمهوري، وكذلك ضد ما يمكن أن يوصف بالشكل الأفضل أنه **التنوير الراديكالي**.

وكما سوف نرى في الفصل القادم، كان **التنوير النيوتوني** قد شع بنوره في اتجاهات متعددة. كانت تطبيقاته العملية ميكانيكية بشكل ساحق، لكن الأطباء النيوتونيين يمكنهم أن يجادلوا أيضاً بأن "آليات الجسم تتبع نفس القانون الذي يسند حركات أعظم الأفلاك في الكون"[46]. ولاحقاً في ذلك القرن، أخذ المنظرون الاجتماعيون - مثل **آدم سميث** Adam Smith - إلهاماً من قوانين **نيوتن** الفيزيائية، وسعوا لوضع مثيلاتها لتحكم تصرف السوق[47]. فاليد الخفية التي كانت

(*) للباروك: مذهب في التعبير الفني ساد في أوروبا القرن السابع عشر يتميز بغرابة الزخرفة واصطناع الأشكال المنحرفة أو الملتوية. [المترجم]

تحـــافظ على النظام في السوق(*) تدين في صياغتها للمركّب النيوتوني. ومن انكلترا انتشر العلم النيوتوني بسرعة إلى القارة الأوروبية، مسنوداً بـــشكل واســـع بالمطابـــع ذات اللغـــة الفرنسية التي كانت تعمل في الجمهـــورية الهولندية. وهناك، كما في انكلترا، قام دعاة علم نيوتن في البداية بمهاجمة الديكارتية. ومع اكتسابه الشرعية بشكل متزايد، جزئياً بـــسبب أعمـــال النيوتونـــيين الفرنسيين، أخذ علم *برنسيا* يخترق إلى المـــدارس والجامعات. وبالرغم من أن هذا الاختراق قد حصل بشكل متأخـــر جداً في القارة الأوروبية مقارنة ببريطانيا، إلا أن العلم النيوتوني وتطبـــيقاته الميكانيكية، شدّ إليه مروّجي الصناعة، كما شدّ الفلاسفة والإصـــلاحيين الاجتماعيين. كان نموذجاً للنظام، المرتكز على قوانين معـــروفة مجسدة في المركب النيوتوني، يعطي بديلاً قوياً للعديد من نظم الإيمـــان الأخـــرى، لـــيس أقلها عقائد رجال الدين الساذجة علمياً. وبانتـــشار العلـــم الجديـــد في مطلع القرن الثامن عشر - من خلال المحاضـــرات والعظات والصحف والكتب المدرسية - كان متوقعاً من كـــل المـــتعلمين أن يعـــرفوا شيئاً ما عن هذا العلم. وفي ذلك الميدان بالذات، كان الانفصال بين الثقافة العليا والثقافة الدنيا قد أصبح عندها كـــاملاً. وبالنسبة للنخبة الأوروبية، التي احتضنت العلم أيضاً، أصبح الهدف هو التنوير، وأصبحت انكلترا وعلمها نموذجاً للنظام والاستقرار والتقدم.

(*) التي تحدث عنها آدم سميث. [المترجم]

الفصل الرابع

التنوير النيوتوني

تتابع الصعود الثقافي-الحضاري للعلم بسرعة فائقة في أوروبا أواخر القرن السابع عشر ومستعمراتها، من جسم من المعرفة - كان يروج له من قبل نخبة من الملتزمين المتحمسين في فلورنسا وباريس وليدن أو لندن - إلى أن أصبح حجر الزاوية في التقدم الفكري في المجتمع المدني المثقف. ويمكننا تأريخ التحول في دور العلم في الثقافة الغربية بالفترة من سنوات الـ 1680 إلى سنوات الـ 1720. وخلال جيل واحد، ولدرجة كبرى في شمال وغرب أوروبا، كان التحول كاملاً. وقد انتقل العلم ميكانيكي الارتكاز من أيدي أولئك الخبراء بالرياضيات وتحول إلى أحاديث يومية للصحفيين والمجتمعات المطلعة، ومحاضرات المقاهي، وعظات الكنائس. ونتيجة لذلك، غيّر العلم الطريقة التي كان يفهم بها التجار والأرستقراطية التقدمية والأسياد المتعلمون وبعض السيدات وكذلك الحرفيون وأصحاب المهن، العالَم الفيزيائي المحيط بهم.

كان استيعاب العلم سريعاً وتأثيراته كبيرة لدرجة أن المؤرخين من سنوات الـ 1930 أخذوا يعرّفون الفترة في الثقافة الأوروبية من سنوات الـ 1690 وإلى سنوات الـ 1720 على أنها فترة أزمة عميقة. ومن عمق الأزمة برزت عقلية عصرية بشكل واضح، لحظة ثقافية أصبحت تسمى، بنظرة إلى الوراء، "عصر التنوير". وفي تلك اللحظة ميزت الثقافة العالية نفسها - متسلحة بالفطنة العلمية - بشكل كامل وغير قابل للعودة إلى

الـــوراء، عـــن ثقافة الناس غير المتعلمين أو نصف المتعلمين. أصبح العلم أساســياً للخطاب الثقافي؛ وقدمت الطبيعة الممكنة تشبيهات واستعارات لكل مظهر من التجربة الإنسانية. وغذت الطبيعة - التي كان يتم تصورها في ذلـــك الوقت بأنها من الممكن معرفتها - نوعاً جديداً من الخروج على الإجماع. وظهر هنالك نوع جديد من المذهب العقلاني، "نشط ومتحمس وجريء"، كما وصفه أحد مؤرخي تلك المرحلة، كسلاح ضد الاستقامة المسيحية والتقوى، وكذلك ضد السلطة القائمة[1].

وظهـــر بين المثقفين نوع جديد من الاقتناع الديني، كما ظهر شكل جديـــد مـــن الـــتفاعل الاجتماعي. وكل ذلك في النهاية كان عليه دين للإنجـــازات العلمية لمعرفتنا عن الطبيعة، بالرغم من ظهور مصادر للعقائد والممارســـات التي كانت كثيراً ما تأتي أيضاً من ممارسات معاصرة أو من الفلسفة القديمة: المذهب السوسياني والمذهب التوحيدي... وهذه المذاهب كانـــت تنفـــي العقيدة الثالوثية للمسيحية؛ وفي النهاية، تجمعت كل هذه الممارســـات في انكلترا في طوائف دينية جديدة: مذهـــب الربوبية Deism الـــذي كـــان يعتـــبر الخالق بعيداً ومنظّماً أعظم للكون؛ ومذهب وحدة الوجـــود (البانثيـــسم Pantheism)، الذي يقول إن الطبيعة هي الخالق؛ والماســـونية، التي جعلت بعض المنتمين لطبقة الأسياد إخوة يجتمعون بالسر "تـــبعاً للمستوى"؛ وبالطبع مذهـــب التفكير الحر، الذي يمكن أن يعني أي شيء من الإلحاد إلى الشكوكية إلى معارضة الإكليروس.

كانـــت الهـــرطقات الأعـــنف سماً، مثل مذهـــب وحدة الوجود والـــتفكير الحر - والتعبير الأخير استعمل للمرة الأولى بالإنكليزية في مطلـــع سنوات الـــ 1700 - تعني كره كل أشكال الدين المنظم. كان بين أصحاب مذهـــب التفكير الحر جريئون أعلنوا عندها أن الطبيعة هي موضوع عباداتهم. وكل تلك العقائد والممارسات كانت تعني التحول

الكثـــيف بعيداً عن "الديني" باتجاه "العلماني"، نحو العيش في عالم بدون زمن، بدون بداية أو نهاية معروفة محددة كما جاء في الإنجيل. وقد لعب العلـــم دوراً في إطلاق "العلماني"؛ وفي الأيدي "الخطأ" كان يُستخدم أيضاً لتأكيد الهرطقة.

وفي جعـــل مـــثل هذا التحول نحو هذا العالم، وبعيداً عن العالم الآخـــر، ممكناً قدم العلم الجديد، من **ديكارت** إلى **نيوتن**، صوراً مختلفة جـــذرياً للطبـــيعة. لقد جعل العلم الطبيعة "منظمة بقوانين"؛ وبتغيير تعـــريف "عملية الخلق" تم كذلك تغيير تصور الإنسان للخالق. لقد تمّ ابـــتكار نظـــرة دينية جديدة. "**الدين الطبيعي**" و"اللاهوت الطبيعي"، أصـــبحت تعابير السر ّلديانة متميزة. أصبحت المعجزات والتدخلات الإلهية نادرة؛ أصبحت كلمة "الديني" تعني التفكير وليس الصلاة. وقد احـــتلت رؤيـــة الـــنظام والتناغم، عمل الخالق، محل نصوص الإنجيل وقصصه، كلمة الخالق. ولكن في أيدي أصحاب مذهب "التفكير الحر" كان العلم يسمح أيضاً بأول قصة مفصلة لكون متجانس بدون خالق. وتكمـــن جذور قدرتنا العصرية الحصرية على تقصي الطبيعة والمجتمع - علـــى أنهما كيانات مكتملة ذاتياً - وعلى تقديم التفسيرات الطبيعية بالكامل - أي الإنسانية بالكامل- في أزمة أواخر القرن السابع عشر. ومع نهايات القرن الثامن عشر أخذ الفلاسفة يفصّلون تفرعات للمعرفة تركز على المجتمع، والحكومة، والذات الإنسانية علم النفس. وبدايات العلوم الاجتماعية الحديثة كانت في مجهودات هؤلاء الفلاسفة[3].

ونتـــيجة لمرحلة التنوير، ورثنا العديد من الأفكار والمعتقدات السائدة الـــيوم حـــول علم الطبيعة: الإيمان بالطبيعة التقدمية التي تؤدي إلى تحسن مـــستمر في ظـــروف الإنسان؛ التفوق المفترض لهذه الطبيعة على الإيمان البـــسيط وعلـــى الآراء والتقييمات الذاتية؛ الدور البطولي للعلمي؛ الحاجة

المفترضة لجعل كل فروع المعرفة الأخرى علمية، مهما كانت اجتماعية في مواضيعها؛ وليس أقله، الحق المطلق في الاستقصاء العلمي الحر كامتداد للحرية بدون رقابة، وهي حرية مطلوبة بغض النظر عن التداعيات الاجتماعية والأخلاقية لهذا الاستقصاء. وبمثل هذا النوع من التراث الثقافي، أصبح في غاية الصعوبة أن نستخدم مخيلتنا التاريخية العصرية – والتي هي ذاتها قد نمت نتيجة العلم – لندرك أن هذه المعطيات لم تصبح هي السائدة في الثقافة الغربية إلا في مطلع القرن الثامن عشر فقط. كان التقبل السريع لهذه المعطيات في أوروبا الشمالية والغربية قد استُحِث بسبب الأزمة التي امتدت على كل أوروبا، والتي كانت في الأساس سياسية، ولكنها كانت أيضاً اجتماعية في أصولها وأبعادها.

وبحلول سنوات الـ 1680 بدا أن العلم الجديد – سواء في شكله الديكارتي أو النيوتوني – عندما كان يربط بالرؤية المسيحية المتسامحة، يظهر أنه البديل الوحيد للجمود السياسي وللتعصب الديني اللذين كانا يرتبطان بشكل متزايد بالسلطة المطلقة في الدولة والكنيسة. وهذا المزج الجديد بين العلم والمسيحية، كما فصله الإكليروس المتحرِّر في انكلترا وجمهورية هولندا، كان له استخدامات عديدة. فقد استُخدم لمحاربة التوجهات الراديكالية الفكرية المختلفة: التوجه إلى المذهب الطبيعي القديم لدى العامة، والتوجه إلى المذهب الطبيعي الجديد لدى أنصاره المتعلمين، والمذهب المادي، ومذهب وحدة الوجود والحماس الطائفي للتدين الشعبي. فالتدين المتحذر بوعي في الفكر، أكثر من ما هو في الصلوات والطقوس، كان يمكنه أن يمحو الفروقات بين البروتستانت والكاثوليك، ويلغي بالتالي مصدر التصرفات العدوانية والاضطهاد.

ويُدين الترويج للعلم على أنه الضامن لنوع من الدين الدماغي للصراع الإيديولوجي الذي تمّ خوضه عبر أوروبا من قبل المتنبئين

والمـــروجين للعلـــم في القـــرن الـــسابع عـــشر. من **غاليليو** مروراً بـــــ **جاسندي** و**ديكارت** و**بويل** و**أفلاطونيي كامبريدج**، كانوا كلهم قد وضعوا الفلسفة الميكانيكية ضد ثقافة "السوقيين". وبالنسبة للإنسان الـــذي تـــصوروه، كـــان هنالك نوع من الحلف بين الكنيسة القائمة - ســـواء كانت كاثوليكية أو بروتستانتية - والدولة من جهة، والعلم من جهة أخرى. كان **غاليليو** يأمل في مثل هذا الحلف قبل أن تنال منه محـــاكم التفتـــيش. وكما رأينا في نهاية الفصل الثاني، قدم الديكارتيون الفرنـــسيون بـــشكل مشابه خدماتهم للدولة مطلقة السلطة. ولكن مع حلول سنوات الـــ 1680 في كل من فرنسا وانكلترا كما يبدو، تعرض الـــتحالف بـــين العلـــم التقدمي والدولة - بما يتضمن حرية التقصي [العلمي] وتطبيقاته العملية الواعدة - للضياع، بسبب طموحات الملكية المطلقـــة لـــــ لويس الرابع عشر في فرنسا وجايمس الثاني في انكلترا. وبالتالي فقد ولد **التنوير** من أزمة كانت سياسية كما كانت فكرية.

تهديد السلطة المطلقة

في عـــام 1685 أبطـــل الملك الفرنسي لويس الرابع عشر **مرسوم نانـــت**، وأرسل أكثر من 100,000 بروتستانتي فرنسي إلى المنفى بحثاً وراء التـــسامح الـــديني. أمـــا الباقون فقد كان عليهم إما العودة إلى الكاثوليكية أو مواجهة الاضطهاد والسجن. وتظهر سجلات السجون في باريس بروتستانت محجوزين مع المجرمين العاديين ومع بائعي الكتب الممـــنوعة وحتى مع ممارسي الألخمية. وفي نفس الوقت الذي هاجم فيه لـــويس الرابع عشر الممارسات الدينية للأقلية، خاض سياسة خارجية هجومـــية هددت وحدة أراضي جمهورية هولندا والأراضي المنخفضة الإســـبانية (التي أصبحت بعد ذلك الأراضي المنخفضة النمساوية والتي

تـــسمى الآن بلجـــيكا)، وكذلك المدن والمحافظات في غرب ألمانيا. وفي انكلتـــرا، كمـــا رأيـــنا في الفصل السابق، سعى جايمس الثاني إلى تثبيت الكاثولـــيك في الجيش والجامعات، أي أنه سعى لتقويض القوانين القائمة للكنيـــسة الإنكليكانية. كان يعتقد أن الكاثوليك سيكونون حلفاءه عندما ســـيحاول إلغـــاء البرلمان والحكم بسلطة مطلقة أُنيطت به وببلاطه فقط. ولأن حكمه لم يدم أكثر من أربع سنوات قبل أن يخلع بثورة، فإننا لن نستطيع أبداً أن نعرف إذا كانت تلك السياسة ستنجح. كان كل أهم العلماء الإنكليز ضده، بداية بـــ **بويل** و**نيوتن**، وكذلك الكنيسة.

وفي أواخـــر القـــرن السابع عشر كانت الرقابة على المطبوعات قد عـــادت حقيقة حياة واقعة في معظم أوروبا الكاثوليكية، وكذلك سيطرة الإكلـــيروس علـــى الجامعات[3]. وفي نابولي، وجد أنصار النظرية الذرية – وهـــي العنصر الأساسي في علم الميكانيك الجديد – أنفسهم في المحاكم في عـــام 1688. وفي نفـــس الوقت كانت السلطة الملكية المطلقة لسلالة الهابـــسبورغ في إسبانيا تُعتبر أمراً مفروغاً منه، بما جعل المراقبين الأذكياء والمعادين، وبشكل واسع، لا يلاحظون أنها كانت في حالة انهيار نسبـــي. فجـــأة في سنوات الـــ 1660 أصبحت أوروبا الغربية تشبه ما كانت عليه في ســـنوات الـــ 1580. كان بروتستانت القارة يخافون على حياتهم؛ وقام الملـــوك مـــرة أخرى بتشريع الاضطهاد الديني، وأخذ اللاجئون الدينيون يـــزدحمون في المراكز المدنية في الأراضي المنخفضة(*) في حين دُفع المثقفون الفرنـــسيون البروتستانت إلى الحج إلى لندن، وأمستردام وبرلين وجنيف. وفي خضم بيئة مضطهدة، جاءت أزمة برزت منها علمانية جديدة.

وكما كان متوقعاً – وأخذاً بالاعتبار للأسباب السياسية المباشرة للأزمـــة – جـــاءت تـــأثيرات الأزمة الأولى في مجال المعتقدات والقيم

(*) هولندا وبلجيكا. [المترجم]

السياسية. وبدءاً من سنوات الـ 1680 نستطيع أن نرى تفككاً سريعاً للثقة في عقيدة الحق الإلهي للملوك، وتأكيداً متزايداً بين المنظرين السياسيين على حق الرعايا أكثر مما كان على واجباتهم. ولتبرير الهجوم التنظيري على السلطة المطلقة، تمت استعادة أفكار منظري القانون الطبيعي للمرحلة السابقة (مثل **هوجو جروتيوس** Hugo Grotius)، وكذلك أصبحت البراهين حول سيادة القانون بدلاً من إرادة الحاكم شائعة. وربما كان شيوع مثل هذه البراهين بين المناهضين السياسيين للسلطة المطلقة قد شجع الميل إلى العلم الجديد، وإلى الرغبة في التجريب العملي بدلاً من الحفظ، أو التوجه العقائدي ببساطة، وكذلك التعاطف مع النظريات العامة التي تعمل تبعاً لقوانين من الممكن توقع نتائجها وليس قوى النزوات والأطوار. وقد أعطى الهجوم على السلطة المطلقة والكثلكة مصداقية للجدل البلاغي عن غلبة فكرة الاحتمالات مقابل اليقين المطلق. وهي ليست صدفة أن أحد أبلغ المؤرخين البروتستانت والمؤيد لثورة 1688–1689، المجادل الإنكليكاني، القس **جلبرت بُرْنَت** Gilbert Burnet، قد جادل لصالح اليقين الاحتمالي للمعرفة العلمية وغير ذلك، ضد ادعاءات السلطة الأبدية، وبالتالي المطلقة، التي كان قد أحدثها المؤرخون الكاثوليك[5]. وبشكل مماثل انجرَّ المدافعون البروتستانت عن الملكية محدودة السلطة إلى البراهين العلمية لتدعيم فكرة وجود النظام والتناغم في الطبيعة، ما يجعل هنالك حاجة أقل للسلطة المطلقة في الطبيعة. بالمقابل، قال مؤيدو لويس الرابع عشر في فرنسا، أن البراهين المقتبسة من الطبيعة تقلل من عظمة الملك[6].

وقد أعطت الأزمة التي بدأت في سنوات الـ 1680 الأوروبيين تواصلاً مع الأحداث ومع الإيديولوجيات السياسية التي كانت لوهلة

وثيقة الصلة بالوضع الإنكليزي فقط وبالبروتستانت الإنكليز، مثل **برنت وبويل ونيوتن** ومساعديهم. باختصار، أحضرت الأزمة السياسية لأواخر القرن السابع عشر تراث أول ثورة من الثورات الحديثة العظيمة لتكون الخط الأساسي في الفكر الأوروبي. وبعد أن أصبح عالمياً، اندمج التراث الثوري الفكري الإنكليزي - المرتبط في **القارة** بكتابات **جون لوك** John Locke - بالتقاليد الأهلية المعادية للإكليروس، وبالهرطقات الفلسفية، وبالعداء للسلطة المطلقة. كانت الثورة الإنكليزية لأواسط القرن قد أنتجت كتلة من الأفكار السياسية والدينية والعلمية غنية ومعقدة بحيث أنه عندما اكتشفها الأوروبيون المعارضون للسلطة المطلقة، أصبحت أهم مصدر للمركّب الجديد الذي نصفه اليوم بالتنويري.

كانت الصيغة الإنكليزية للعلم - سواء على شكل مادية **هوبز** أو النظرية الذرية المسيحية لـ **بويل**، كما رأينا في الفصل السابق - قد ارتبطت بشكل لا فكاك منه، خلال سنوات الـ 1650، بالبحث عن البديل للتطهرية الجامدة وللطائفية الراديكالية، وكذلك لادعاءات الملكية المطلقة المدعومة من الإكليروس المستقل والمهيمن فكرياً. ويمكن أن نرى العلم والفلسفة الطبيعية لـ **بويل ونيوتن**، بهذا المعنى، على أنهما النتاج الإضافي المعقد والغني بشكل استثنائي للثورة ضد الإكليروس المسيطر والدولة مطلقة السلطة[7]. وليس من داعٍ للدهشة بأن المنظرين الإنكليز - من الإنكليكان المتحررين المروجين للعلم، إلى **هوبز** وأعدائه الجمهوريين - كانوا قد استُقبلوا بتقبل من جمهور **القارة** الذي كان يرتاب بلويس الرابع عشر وتراثه. وقد شمل هذا الجمهور الهوغونوت الفرنسيين (French Huguenots)المنفيين، ومحامين وأطباء هولنديين، وشعراء فرنسيين من أصول أرستقراطية متدنية (مثل **فولتير**

Voltaire) وجـــيل كامـــل من الصحفيين البروتستانت اللاجئين. هؤلاء الـــصحفيون المنفـــيون إلى الجمهورية الهولندية، بتمكنهم الفطري من اللغة الفرنـــسية، استخدموا الحرية المعطاة لصحفهم في حملة واسعة ضد السلطة المطلقـــة[8]. وكان يساندهم رسامو كاريكاتير استخدموا الثقافة المطبوعة في هجـــاء لاذع ضـــد الملك الفرنسي والإكليروس المتملق له. وأغرقت الكليشيات الرخيصة السوق، مصورة الملوك على أنهم متغطرسون، ورجال الـــدين كمـــتملقين مجانين وخدم أوغاد. كانت خطوة قصيرة من النقد اللاذع قبل أن تنقلب ضد كل أشكال الدين المنظم. ومن خلال الترجمات والتفـــسيرات الـــصحفية المطولة، عرّف نفس الكتاب اللاجئين والناشرين المثقفين الأوروبيين والمتعلمين في فرنسا، بالعلم والثقافة الإنكليزيين.



نشرت الجرائد الهولندية المطبوعة بلغات مختلفة كليشيات تظهر اضطهاد البروتستانت كما كان يقوم به القساوسة المتحمسون لإرضاء الملك الفرنسي. (بالإذن من متحف تيلر Teyler في هارلم)

فشل المعرفة القديمة

في أواخر القرن السابع عشر، ومتزاوجة مع الأصول السياسية للأزمة، كانت هنالك عوامل ثقافية أخرى من النوع التراكمي، أكثر مما كانت من النوع المؤلم بعنف في تأثيرها. كانت الزيادة في الحركة الأوروبية إلى الأمم غير الغربية قد أنتجت أدب رحلات غني، يصف العادات والمعتقدات التي كانت غير مسيحية بالكامل ولكنها "بشكل حشري" كانت مع ذلك أخلاقية. وبالرغم من أن الكثير من العنصرية والتكبر الأوروبيين كان مخلوطاً في الرد الغربي على ما كان غير غربي، ولكن مع أواخر القرن السابع عشر كان الأثر التراكمي لأدب الرحلات يدفع للتساؤل عن الصحة المطلقة للعادات الدينية الأوروبية التي كانت تُعتبر لفترة طويلة أنها الأسمى، خاصة من قبل الإكليروس. كانت الكنيسة الكاثوليكية الفرنسية قد جادلت بأن كل الشعوب تمتلك في قلوبها الإيمان بالله؛ وقد حول أدب الرحلات هذا الادعاء إلى هراء. وليس أقل من ذلك، كان قرن من الجدل الكلامي للبروتستانت ضد الكاثوليك حول السلطة الإنجيلية للنسخة الكاثوليكية من المسيحية، قد حوّل الإنجيل، طوعاً أو كرهاً، إلى مجرد وثيقة تاريخية(*). وبتصغيره إلى القياس البشري، أصبح مضمونه مطروحاً للاستقصاء الشكوكي. كان مثل هذا الاستقصاء، عندما يقدم للمتعلّم، يجعل مهمة التعليم أكثر صعوبة بالضرورة على الإكليروس.

في نفس الوقت كان التعلّم يزداد في انكلترا واسكتلندا (وربما أيضاً في الجمهورية الهولندية). وعلى الأرجح، على جانبي قناة المانش، ومع حلول عام 1700، كان أكثر من 50 بالمائة من الذكور

(*) بشرية وغير إلهية. [المترجم]

متعلمين بشكل أو آخر. ولم تكن تلك النسبة في فرنسا، بأي مقياس، هـذا الارتفاع؛ ولكن بعد عام 1700 كانت قد بدأت بالازدياد، ولم تكـن راكـدة أو متقلصة. وفي ألمانيا البروتستانتية كان التعلّم، بمعنى القدرة على القراءة، يبدو قد أصبح منتشراً، بالرغم من أنه بأي مقياس لم يكـن ظاهرة أكثرية أو عامة في نهايات القرن السادس عشر. ومن الصعب بشكل رديء حساب النسبة المتعلمة في أوروبا الحديثة المبكرة، ولكن يبدو أنها كانت في ازدياد بين ذكور المدن، وربما أيضاً بين النساء بعد 1680[9]. وربما كانت هذه الزيادة مترافقة مع انحسار أو جمود في مناطق أوروبا الريفية أو الفقيرة؛ ما كان بالتالي يزيد في اتساع الفجوة بـين ثقافـة النخـبة والعامة. كانت أزمة الثقافة الغربية التي ولّدت امتـصاصاً واسـع الانتشار للعلم الميكانيكي الجديد عميقة، بالتحديد بـسبب وجود هذا العدد الكبير من المواطنين المتعلمين، أكثر من كل تجمع مماثل في الغرب منذ العصور القديمة.

كانـت الأزمـة قـد نـتجت أيـضاً من فشل الثقافة القديمة السكولستيكية في التعامل بفعالية مع التحديات التي طرحتها المعطيات الجديـدة التجـريبية، والمكتسبة بالممارسة. فعلى امتداد القرن السابع عـشر، مـن هجـوم اليـسوعيين على **غاليليو**، إلى عدم الرضا عن الديكارتـية بـين رجال اللاهوت الفرنسيين والهولنديين، كانت ثقافة النخـبة تُخدَم بشكل سيئ من قبل حماة الاستقامة [المسيحية] فلسفياً ودينياً. وفي القرنين السادس عشر والسابع عشر، كان رجال اللاهوت، الكاثولـيك والبروتـستانت، قد وضعوا قضايا الميتافيزيقيا مثل عقيدة التحول (تحويل القسيس للخبز والخمر إلى جسم ودم المسيح)، وعقيدة الوجود المتحد (اتحاد الخبز وجسم المسيح في آن معاً) وعقيدة الثالوث المقدس، على عاتق السكولستيكية. كانت عقيدة **أرسطو** حول الشكل

هـــي المكون المفتاح في تفسير كيف كان يمكن للخبز و**الضيف** (جسم المسيح) أن يستمرا بإعطاء الشعور بأنهما خبز، ولكن الروح أو الشكل يكـــون قد تحول إلى المسيح مجسداً. كانت السكولستيكية ترتكز على **أرســـطو** بعـــد جعله مسيحياً. كان الإكليروس يدرسونها في مدارس النخـــبة، ومن هنا جاء اسم هذه الفلسفة(*). ولكن مبكراً منذ سنوات الـــ 1680، بعد مواجهة **غاليلو** مع الكنيسة، ونشر *الخطاب عن المنهج* لـــ **ديكارت**، أصبح واضحاً أن **أرسطو وبطليموس** لم يعودا مناسبين لوصـــف كيفية عمل العالم الطبيعي، سواء السماوي أو الأرضي. لكن رجال الدين المروجين للسكولستيكية فشلوا في إيجاد البديل لفلسفة تم توارثها من عصر سابق وكانت تحتاج بشدة لأن يتم إعادة تنشيطها.

كان التهديد لميتافيزيقيا الاستقامة المسيحية حقيقياً ومباشراً، لكن الإكلـــيروس في المـــدارس كانـــوا متمـــسكين بـــصرامة بالتفسيرات السكولستيكية القديمة. كانت "الأشكال" ما زالت تحرّك المادة، وليس الـــذرات أو الأجـــسام في تصادمها. وبحلول سنوات الـــ 1680 كان الأرســـطوطاليون ما زالوا يحتلون مواقع السلطة في أية مدرسة تقريباً في أي بلد أوروبـــي، لكنهم في غرب وشمال أوروبا كانوا قد أصبحوا في مواقـــع الدفاع. في ذلك الوقت كانوا يسعون بشكل يائس - وأحياناً بدون تفكير - للحفاظ على الاستقامة الإيديولوجية في مواجهة التدمير الـــذي تعرضت له الفلسفة الطبيعية الأرسطوطالية. ولا عجب إذاً أنه بحلـــول عام 1700 كانت السكولستيكية في تراجع. كان السؤال قد أصـــبح أي جسم فلسفي سوف يأخذ مكانها ويستطيع أن يحافظ على المواقف المسيحية الأساسية.

(*) السكولستيكية اقتباس Scholastic من كلمة scholar باللاتينية والإنكليزية. [المترجم]

المسيحية المتحررة (الليبرالية)

وفي النهاية أدرك بعض الإكليروس الأكثر مهارة - وبشكل واسع في أوروبا البروتستانتية - أنه كان هنالك حاجة لتديُّن مسيحي جديد، ووجـــدوا أسسه في العلم الجديد. كانت توليفة العلم والدين قد برزت لأول مـــرة بـــين الإنكليكان المعتدلين، الذين كانوا قد اضطروا، تحت وطأة الثورة الإنكليزية، أن يعيدوا التفكير في العلاقة بين النظام الطبيعي والمجـــتمع والـــدين. وفي نفس الوقت كان كل مسيحيي أوروبا - من الفيلـــسوف الألماني **ليبنيز**، إلى القس الديكارتي **مالبرانش** - يضطرون لإعـــادة هـــيكلة الأسس الفلسفية للمسيحية، حتى تتواءم مع صيغة أو أخـــرى مـــن العلم الجديد. ولم يكن مفاجئاً أن الإنكليكانية المتحررة - الـــتي تـــزاوجت، كمـــا حصل في سنوات الـ 1690، مع العلم النيوتوني - قد أخذت المبادرة في هذا المشروع. كانت محاضرات **بويل** من قبل النيوتونيين الأهم تترجم بسرعة إلى مختلف لغات **القارة**، وكان **صـــمويل كلارك** قد بقي، خلال معظم القرن، اللاهوتي الرائد للصيغة الإلهـــية للتنويـــر. وبعـــد ذلك، في القرن الثامن عشر، استعان **روسو** Rousseau بتعاليم **كلارك**، في حين أن الماديين الفرنسيين، مثل **بارون دلباك** Baron d'Holback، رأوا فيه واحداً من أعدائهم الأساسيين.

جـــاء علـــم **بويل** و**نيوتن** مترادفاً مع الصيغة الليبرالية للمسيحية. وبتـــناقض شديد مع الجمود العقائدي للكنيسة الكاثوليكية الفرنسية أو الأصـــولية الكالفينـــية، قـــام رجـــال اللاهوت الإنكليز، تبعاً لتقليد الأفلاطونـــيين في كامبريدج، بالتبشير بدين طبيعي مبني على توقعات معقـــولة بالخلاص في الحياة الأخرى، وبالمكافأة في الحياة الدنيا. كانت بعـــض العقائد قد أخذت تختفي بهدوء، مثل تحول الخبز والخمر وحتى الثالوثـــية، وكـــذلك الإيمان بوجود جهنم. كانت قوانين العلم تثبت

وجـــود الخالـــق. كان غرس الإيمان بالنظام، اجتماعياً وطبيعياً، يعطى الألـــوية على العقائد المعقدة التي كانت مثار جدل متزايد، مثل وجود جهنم. فجأة برزت إلى الوجود صيغة للمسيحية تركز على الإنجازات في هذا العالم، على المصلحة الذاتية المقولبة مسيحياً؛ كما اعتنقت هذه الـــصيغة الكون الطبيعي كما رسم خطوطه العلم الجديد. ونستطيع أن نجـــد عقائـــد، مثل التخطيط والتناغم، يبشَّر بها من على منابر كنائس لـــندن المرفهة، وكذلك في الكتب التي كتبها البروتستانت الهولنديون التقدميون[10].

وبعد عام 1689 أصبحت المسيحية الإنكليزية المتحررة مرتبطة في أذهان الأوروبيين بتطورين غير عاديين. الأول الثورة السلمية الناجحة عامـــي 1688-1689 التي خلعت الملك مطلق السلطة، جايمس الثاني، وأقامـــت الـــسيادة الـــبرلمانية؛ واضـــطرت نائـــب الملك الهولندي، ولـــيم أف أورنج William of Orange، إلى قبول مرسوم الحقوق Bill of Rights كـــواحد من شروط تنصيبه على العرش الإنكليزي. وقد أقامت ثورة 1688-1689 أيضاً تسامحاً دينياً محدوداً لكل البروتستانت الإنكليز، ولكن، نظرياً، ليس للكاثوليك أو للمعادين للثالوثية المسيحية. كـــان الحـــدث الـــثاني الـــتجديدي هو العلم النيوتوني. ففي سنوات الـــ 1690 تبنّـــى رجـــال الدين الإنكليكان المتحررين بقوة التسوية الـــسياسية لعـــام 1689 وكـــذلك المركّب النيوتوني، وربطوا الواحد بالآخر.

فجـــأة جاء هذا الإجماع الذي تم صهره في انكلترا ليتناقض بشدة مـــع السلطة المطلقة المتقلبة في القارة. وقد بقيت الكنيسة الإنكليكانية الوطنـــية قابلة للحياة ضمن التسامح الديني المحدود، وقدم رجال الدين الطليعـــيون التبريـــرات للـــثورة وللحكـــومة الدستورية، وكان العلم

التجريبي قد كشف قبل ذلك قوانين الكون الخفية. كان بالإمكان تبنّي النظام النيوتوني للكون بقوة على أنه النموذج لكون مستقر، متناغم، فيه ملامح معتدلة لكيان مسيحي منضبط بالقانون وليس بإرادة عشوائية ذات نزوات. كان هذا الكيان إنتاج طبقة تتبنّى النظام البرلماني بشكل واسع: ملاك الأراضي والتجار الناجحين والناخبين من أصحاب الأملاك الحرة. كانت الثورة السياسية ضد السلطة المطلقة قد أُنجزت بدون اضطراب اجتماعي، بدون تمرد من الطبقات الدنيا. وليس أقله، لقد أثبت التحالف بين انكلترا والأراضي المنخفضة فعاليته بوجه المارد الفرنسي. وبحلول عام 1710 كان قد تم إذلال **لويس الرابع عشر** في أرض المعركة؛ فقد خسر الأراضي التي كان قد احتلها في الأراضي المنخفضة الشمالية، وكانت خزائنه فارغة. وفي تلك الفترة، علينا أن لا نقلّل أبداً من التداعيات الثقافية للنصر العسكري أو الهزيمة.

المحيط الدولي

ولكن قبل أن نستكشف هذا التنوير النيوتوني المنتصر، وكذلك البدائل الراديكالية التي قُدمت لتواجه إقراره بوحدانية الخالق من قبل أصحاب المذاهب المادية ووحدة الوجود والملحدين – والذين هم أنفسهم كانوا مفتونين بالعلم الجديد – علينا أن نتفحص الاستخدامات المختلفة التي وُضعت فيها المعرفة العلمية خلال الأزمة في أواخر القرن السابع عشر. كان المركز النفسي على سطح الأزمة يقع، كما هو متوقع، ضمن الثقافة البروتستانتية. ففي مقابل الاضطهاد والهجرة كانت الردود التقليدية من تقوى وصلاة وتنبؤات إنجيلية تظهر غير كافية بشكل متزايد.

ويمكننا أن نأخذ كنموذج للتقاليد البروتستانتية القديمة التي كانت تحت التحدي، عقلية أحد المنشقين البروتستانت من جنوب انكلترا،

صمويل جيك Samuel Jeake (المولود عام 1652). كان تاجراً عالي التعلم يقرأ بشكل واسع، وكانت عائلته قد حبذت جانب المتطهرين خلال الحرب الأهلية، وهو قد ساند ثورة 1688-1689. وبالفعل فهو لو كان اسكتلندياً لظهر **جيك** بشكل كبير مثل معاصره **جون واط**، الذي سوف نلتقيه في الفصل التالي. ولكن على عكس **واط** كان **جيك** تاجراً أكثر من ما كان مدرّساً علمياً وحِرْفياً. ومن سن مبكرة بدأ **جيك** في تفسير الأحداث في حياته، وكذلك الثورات في السياسة، بمصطلحات تنجيمية. هذا لا يعني أنه لم يكن يعرف شيئاً عن العلم؛ هو بالتأكيد كان قد قرأ أطروحة **وليم هارفي** عن علم التشريح والدورة الدموية. لكن فاتته تماماً ثقافة الجمعية الملكية ونشر *برنسبا* (1687) لـ **نيوتن**. وفي مطلع سنوات الـ 1690 وجد نفسه في موقف الدفاع عندما حاول أن يبرر التنجيم "بالاختبار التجريبي"، وأن يثبت أن الأحداث في عامي 1688-1689 تتواءم مع التغيرات الراديكالية في الكواكب في تلكما السنتين[11]. وبالرغم من الثقة المتنامية بالعلم، لم يخب إيمانه بالتنجيم أبداً؛ ولا إيمانه بأن أحداث حياته قد كُتبت مسبقاً بطريقة ما في التنبؤات الإنجيلية. وهو مثل **جون واط** - الذي كان عماً لـ **جايمس واط** الأكثر شهرة - كان قد عرف على الأرجح بالاستشرافات التنجيمية للمتنبئ الراديكالي **جون بورداج** John Pordage، لكن **جيك** لم يُظهر براهين على اهتمامه بالعلم كما كانت عائلة **واط**.

وفي سنوات الـ 1690 كانت الردود الاستشرافية على الأحداث الكبرى ما زالت منتشرة في طول أوروبا وعرضها. كان القسيس الهوغونوتي واللاجئ، **بيار جوريو** Pierre Jurieu، وأتباعه، قد تعرفوا على **لويس الرابع عشر** على أنه عدو المسيح في التنبؤات الإنجيلية،

وبالـــتالي وبدون مفاجأة توقعوا ابتعاده عن العرش. كان **جوريو** ينظر بعـــين عدائية باردة إلى الدين الطبيعي، وعملياً إلى أية صيغة للعقلانية البروتستانتية التي كانت تحرم رجال الدين من دورهم المستقل والمهيمن في الدولـــة. وكـــان هـــو قد اضطَهَد كلامياً لاجئاً هوغونوتياً آخر، الصحفي **بيار بايْيل** Pierre Bayle، والذي بدوره استخدم كتابه الموسوعي *القاموس التاريخي والنقدي Dictionnaire historique et critique* للسخرية من الجمود العقائدي للذين يحاولون التنبؤ بالمستقبل، كما أنه ازدرى السلطة المطلقة[12].

كان الرجال المدنيون [غير المتدينين]، مثل **باييل**، المنتشرين بشكل واســع في أزمة نهاية القرن، قد تبنّوا العلم الجديد – وفي حالة **باييل** في شـــكله الديكارتي – على أنه الترياق المضاد للادعاءات السكولستيكية للإكلـــيروس المـــستقيم، سواء الكاثوليكي أو الكلڤيني. وبالطبع كان الفكـــر الموسوعي الجديد بشغفه بالنظام، مديناً بشدة للمنهج البايكوني في التصنيف والتجميع. كان **باييل** الموسوعي المتقدم في عصره، وحيث نجـــد *قاموســـه* يعاد تحريره أو يقلد، في القرن الثامن عشر، سوف نجد أيضاً صحفيين ذوي اهتمام شديد بالعلم الجديد.

كانـــت رؤية **بايكون** ودعوته لتصنيف كل المعارف، لا تتطلب علم **بويل** أو **نيوتن** لتبقى حية وتطبق. كانت تجذب إليها منظمي المعرفة، الـــذين كانوا مرتبطين مباشرة بالكلمة المطبوعة والذين – مع نهايات القرن الـــسابع عـــشر – كانوا يواجهون مهمة ضخمة في محاولاتهم أن يتابعوا، ببساطة، مسار كل ما كان ينشر في ذلك الوقت. كان خط التأثير من **بايكون** إلى الموسوعة العظيمة للتنوير، *الأنسيكلوبيديا Encyclopédie* لـــ **ديدرو** (1751) يَظهر عبر عالم الصحفيين مثل **باييل**، والناشرين اللاجـــئين في جمهـــورية هولـــندا الذين كانوا مضطرين لابتكار نظام

للتصنيف ووضع الكاتالوچات حتى يستطيعوا اللحاق بمخزونهم من المطبوعات[13]. كان تقبلهم للعلم الجديد ينبع جزئياً من سهولة بيعه، ولكن هذا التقبل قد نما أيضاً من إحساسهم الذاتي بالحاجة إلى النظام في العالم حولهم. والعدد المغالى فيه للاجئين الهوغونوت – العديدون منهم كانوا بائعي كتب باريسيين – الذين أنشدوا بعد عام 1685 للمطابع الأكثر حرية في انكلترا والأراضي المنخفضة كان يعني أن المطابع التي كانت متقبلة للعلم الجديد، كانت أيضاً موجودة في المراكز المعادية للسلطة المطلقة وللدعاية الكاثوليكية. وتقريباً بجهدهم وحدهم، قام الناشرون اللاجئون باختراع المجلة الأدبية الفرنسية التي كانت تهدف إلى انتشار دولي.

كان من بين أهم مروّجي العلم الجديد في القارة الأوروبية، خاصة بشكلها النيوتوني، القس الكلفيني الليبرالي والصحفي **جان لو كلارك** Jean Le Clerck. كانت صحيفته، *المكتبة الكونية والتاريخية* – *Bibliotèque universelle et historique* – التي كانت تصدر في هولندا – تنشر أخباراً عن *برنسبا* إلى آلاف القراء الفرنسيين، كما كانت تدافع بشدة عن المسيحية الليبرالية المتحررة للإنكليكان المعتدلين. بالإضافة إلى ذلك تبنّى **لو كلارك** نظرية المعرفة لصديقه، الفيلسوف الإنكليزي **جون لوك**[14]. وفي حين كان هو نفسه في المنفى نتيجة القمع المفروض من ملوك **آل ستيوارت**، قام **لوك** بالعمل على كتابة *مقالة تتعلق بالفهم البشري* *Essay Concerning Human Understanding* (1690). كانت بياناً جذرياً حول كيف تتم عملية المعرفة لدى الإنسان، وهي نظرية أعطت القليل من القيمة للأفكار الذاتية (التي تأتي بالسليقة) أو لقوى التقاليد. كانت تقول بأن الأحاسيس هي نقطة البداية لكل المعارف. كان **لوك** قد وصل إلى مرحلة النضج الفكري تحت تأثير عميق بالعلم الجديد

كمـــا فسره مطولاً **روبرت بويل**، وبالتالي لا عجب أن فلسفته وضعت التأكـــيد علـــى العالم الخارجي والمادي كنقطة بداية لكل ما يستحق أن يُعرف.

كـــان **لوك** ومكانته بين الدوائر البروتستانتية العالمية رمزاً للأزمة الأوروبـــية وحلـــها. كان قد هرب في سنوات الـــ 1680 كمعارض إنكليزي للسلطة الملكية المطلقة بحثاً عن الأمان إلى الجمهورية الهولندية. كـــان يعـــيش هـــنالك تحت اسم مستعار، وأصبح مرتبطاً عن قرب بالكلڤينـــيين الليبراليين مثل **لو كلارك**، وكذلك اللاجئين الإنكليز من خلفيات راديكالية، مثل التاجر الكويكر **بنجامين فرلي** Benjamin Furly. كانـــوا يناقشون معاً كل مظهر على المسرح السياسي المعاصر: التهديد من فرنسا، وخطر الاجتياح؛ وأفكار **لوك** عن السيادة البرلمانية، والذي كـــان قد اشتغل عليها بشكل أولي في مطلع سنوات الـــ 1680 عندما بدا أن اعتلاء **جايمس الثاني** للعرش أصبح لا مفر منه. وليس أقله، كان هـــو **وفرلي** يعرفان بشكل جيد آخر النظريات الطبية وآخر المصلحين الطبيين الذين كانوا يحاولون تطبيق النظريات الميكانيكية والهرمسية، في نفـــس الـــوقت، في ممارساتهم[15]. ونحن نرى في **لوك** ودوائره تلاقي الاهتمامات بالعلم الجديد والعداء للجمود العقائدي وللسلطة المطلقة؛ باختـــصار التنوير في الحالة الجنينية. ومع ذلك، حتى **لوك** لم يكن قادراً علـــى المـــتابعة المثمـــرة لرياضيات **نيوتن** في *برنسپا*. وبدون المفسرين المطـــولين الجدد لنظام **نيوتن**، فسيبقى هذا النظام معرفة محصورة بفئة قلـــيلة من الموهوبين. أحد أعضاء حزب **لوك** في انكلترا، **ويج** مشهور وأحـــد النـــبلاء، كتب إلى **لوك** عام 1706 حول المرحلة الجديدة التي كانـــوا يـــشهدونها في الفكر والثقافة: "هناك نور وهاج أخذ ينتشر في العـــالم، خصوصاً في تلكما الأمتين الحرتين انكلترا وهولندا... وهنالك

استحالة في منع الآداب والمعارف من التقدم بنسب أعظم من أي وقت مضى". كل ما كان يمكن أن يفسد العصر الجديد للتنوير، كما أخبر **لوك**، كان يمكن أن يأتي من المتعصبين للدين ومن الملحدين[16]. وكما سيُظهر الوقت، سيكون هنالك الكثير من الإلحاد في **عصر التنوير**.

وكما في دوائر **لوك** و**لو كلارك** الدولية، خلال سنوات الـ 1690، يمكننا أن نرى الارتباك في الإمكانات المفتوحة أمام الشخص المتعلم في البحث عن البدائل للاستقامة الجامدة وللتسلط المطلق. كان تأثير أصحاب مذهب **هرمس** - مثل الألخمي **أف. أم. ڤان هلمنت** F.M. Van Helmont (توفي 1698؟) - ما زال واضحاً، وفي الحقيقة كان **فرلي** نفسه يؤمن بعقيدة التقمص الصوفية، أي هجرة الأرواح - إلى أجسام أخرى - بعد الموت[17]. وعلى العكس من ذلك كان **لو كلارك** ورجال الدين اللاهوت الليبراليين الهولنديين يجادلون من أجل العلم، وبوحدة الخالق في كل الأديان، والتسامح؛ في حين كان الصحفيون اللاجئون الشباب - والذين قاموا بعد ذلك بتحرير كتابات **بايل** وأصبحوا ماديين راديكاليين - قد وجدوا في دائرة **فرلي** ومكتبته مكاناً مشوقاً للتجمع. كانوا قد تجمعوا سوية بسبب الحرب ضد فرنسا، وبسبب الخوف الحقيقي من اجتياح فرنسي. وكان يزورهم راديكاليون إنكليز من توجه "التفكير الحر"، مثل الشاب **جون تولسند**، الذين كانوا يسعون لإقناع أتباع بتفكيرهم؛ كانت الصيغة الراديكالية للتنوير تختلط في الأيام الأولى بالاعتدال.

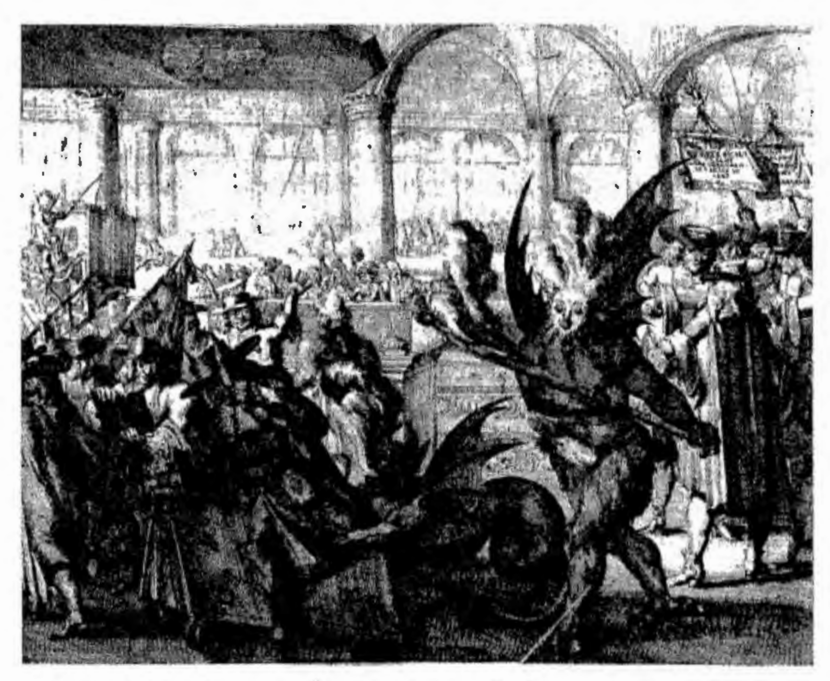
في تلك المرحلة من تاريخها الثقافي-الحضاري، كانت المعرفة العلمية ما زالت إلى درجة كبيرة موضوع مبادئ فلسفية، ونظريات عن علم الكون، وقواعد للتحليل المنطقي. كانت جزءاً من البحث عن مركّب بديل - بين المواطنين المدنيين، والأطباء، والتجار، والصحفيين،

والــسياسيين، ورجـــال الدين المتحررين - كانت طريقة للخروج من الأزمة التي تسببت بها السلطة الكنسية والملكية. ولم يكن العلم النيوتوني قد أصبح - كما سيكون في سنوات الـ 1720 - جسماً من المعارف يستطيع المواطن المدني أن يتمكن منه ويمارسه ويطبقه. ومع ذلك كان هـنالك اسـتخدامات غير عادية كان يمكن من خلالها الاستفادة من الفلسفة الطبيعية في بيئة من "حرية فلسفية كاملة"، كما وصف مراسل لـ **لو كلارك** الجو الثقافي الذي كان سائداً حوله.

كـــان النور الجديد الذي شعَّ في شمال أوروبا يركز على السحر والمعـتقدات اللاعقلانـــية، كما كانت ثقافة النخبة تعرفها. وقد أطلق كاهن هولندي ذو توجهات عقلانية، بلتسار **بكر** Balthasar Bekker، مـــا ســوف يصبح برهاناً مشهوراً ضد الشعوذة والسحر. ومن موقعه كمـــواطن في إمبراطورية واسعة في أعمال البحر، راكم **بكر** كتالوجاً كثيفاً من المعتقدات الخرافية والممارسات السحرية التي كانت موجودة في موطـــنه وفي الخـــارج. وبعد أن تعرف **بكر** على التحليل المنطقي والعلم الجديد، بقراءة **ديكارت**، تقبلهما كليهما، مع احتفاظه بصيغته الخاصـــة مـــن الاســتقامة المسيحية. وفي الأماكن الذي كان الإنجيل يتحدث فيها بلغة الناس، مثلاً عندما يؤكد على مركزية الأرض، كان **بكر** يقلل من أهمية علم الكون في هذا الحديث على أنه كلام ضروري للاحتفاظ باهتمام العامة. رهو قد شحب كذلك عقيدة تحول المادة إلى جـسم ودم المـسيح على أنها، ببساطة، غير منطقية[18]. وحيث كان الإنجـيل يـتكلم كصوت للخالق - كما في التنبوات التي تصف اليوم الآخـر والظروف التي تسود فيه - كان يأخذه بحرفيته. كان المذهب الإيماني والديكارتية يختلطان في ذهن **بكر** - كشيء نموذجي في مرحلة الانـتقال الـذي نَصِفه - بما يسمح له بالقيام هجوم نظري كبير على

السحر، مع استمراره بالإيمان بالألفية السعيدة وبالتنبؤات الإنجيلية[19]. وقد أهدى كتابه الهولندي، *العالم مسحوراً De Betoverde Wereld* (1691)، إلى الرياضـــي ومحـــافظ بلدته *(burgermeester)*، **فرنكر** Franker، وفـــيه وضع الفلسفة الميكانيكية لـــ **ديكارت** مقابل أعمال الـــشعوذة والتـــشبيح *tovery en spokery*. وقد سعى **بكر** لـــ "نفي الـــشيطان مـــن العالم وربطه في جهنم بحيث يستطيع يسوع الملك أن يحكـــم بحـــرية أكـــبر". كما أنه وسم الكنيسة الكاثوليكية بأنها مملكة الـــشيطان[20]. وعندما ترجم كتابه المدرسي، ضد السحر وضد قدرة الـــشياطين، إلى الفرنـــسية، أسكت **بكر** في النسخة الفرنسية الهجوم المباشـــر علـــى الكثلكة وحصر نفسه بالهجوم على شعوذة القساوسة "المـــتملقين" للبابا. وقد أخذ كتاب **بكر** بالفرنسية موقعه بين عدد من تلك الهجمات على التدين الشعبـــي التي صدرت عن الدوائر العقلانية الفرنـــسية. وقد تسبب الكتاب بسيل من الانتقادات، معظمها كانت مدفـــوعة من قبل رجال الدين، الذين رأوا في **بكر** واحداً من الأنصار المتطرفين للعقلانية، جاهلاً بالقدرة الحقيقية للشياطين والجنيات.

وقد استعان كتاب **بكر** بالعلم الجديد ضد المذهب الطبيعي الوثني عـــند الـــناس، وأصبح كتاباً معيارياً واسع الانتشار في بدايات عصر التنوير. ويمكننا أن نرى **بكر** كشخصية انتقالية، لا يختلف عن **نيوتن**، في جمعـــه للعقلانـــية العلمية مع تقوى دينية شديدة ومع نوع من الميل الدماغـــي للتنبؤات. ومع ذلك فكلا المفكرين توجها إلى المجتمع المدني وإلى رجـــال الـــدين المتحررين؛ وبالفعل، كما يمكن أن نتخيل، لقد تخاصـــم **بكر** مع غيره من الإكليروس الكلفيني. لنتذكر أن **نيوتن** كان حذراً في حصر عدائه للتوجه الثالوثي للمسيحية في النقاشات مع رجال الدين الذين كانوا يتبعونه، وربما، مع **جون لوك**[21].



في هذه الكليشيه المؤيدة للكلفينية، يبدو بكر مطروداً من الكنيسة من قبل الشيطان. كان يركب كتابه ضد الجنيات. (بالإذن من متحف تايلرز، هارلم)

وفي فرنـــسا كانت الديكارتية قد استُخدمت من قبل الإكليروس المـــساندين للسلطة المطلقة لتقديم العظمة لـــ **الملك الشمس**. وبالفعل، كـــان أحـــد الهوغونـــوت الفرنسيين بين الأوائل الذين هاجموا أولئك الموظفين الكبار العلميين، الذين جادلوا بأن العلم يجب أن يخدم أهدافاً أخرى أكثر إنسانية[22]. وفي أيدي البروتستانت الهولنديين، مثل **بكر**، كان بإمكاننا أن نرى إلى أين كان يمكن أن يقود العلم الديكارتي لو لم تكـــن لـــه هذه الارتباطات السلبية مع السلطة المطلقة الفرنسية، ولولا الخوف المستمر حول التداعيات من الفكر المادي لنظرية ديكارت عن المـــادة. كان وصف **ديكارت** بأن التفكير يحدد الوجود يمكّن الرجال والنساء من التفكير لأنفسهم، وفي تلك العملية يمكنهم تحدي قرون من الخوف والمعتقدات الخرافية.

وليس مستغرباً أنه على امتداد القرن السابع عشر، استمرت الشكوك بين الإكليروس حول معنى فصل **ديكارت** جذرياً للفكر عن الجسم. كان العداء الهولندي للديكارتية صاخباً في سنوات الـ 1640 بسبب أخطار المذهب المادي. وكان أفلاطونيو كامبريدج قد سعوا إلى مبررات مماثلة، في سنوات الـ 1660، لتوجيه الجيل الجديد من الطلبة بعيداً عن الفلسفة الفرنسية. وكما رأينا في الفصل السابق، كانت تعاليمهم هي التي كوّنت تفكير الشاب **إسحق نيوتن**. ومتأخراً إلى عام 1671 كان الديكارتيون الاسكتلنديون في أدنبرة يعلّمون **ديكارت** بنشاط، في الوقت الذي كانوا يحذّرون فيه من المحاولات الإلحادية لاستخدام الفلسفة الميكانيكية لتقويض الدين[23]. وكل تلك الإنذارات، مهما كانت أليمة ومنذرة، لم تكن أكثر من سوابق لحقتها التأثيرات الهرطقية التي صنعها فيلسوف أمستردام **بندكت دو سبنوزا** Benedict de Spinoza (1632–1677). كان كابوساً قد تحقق لرجال اللاهوت.

سبنوزا والسبنوزية

ولد **سبنوزا** في عائلة يهودية هاجرت حديثاً من البرتغال، وكان أبوه تاجراً. قرأ **سبنوزا ديكارت** كجزء من تربيته الدراسية. وكما وضعه أحد كتّاب السيَر المعاصرين، تعلم **سبنوزا** من **ديكارت**: "أن لا شيء يجب أن يُقبل كحقيقة، ما عدا ما كان قد تم إثباته بمنطق جيد وصلب"[24]. وقد مزج **سبنوزا** قراءاته لـ **ديكارت** مع معرفة عميقة للنصوص العبرية الكلاسيكية. ومن هذا المزيج صهر حلاً للفصل الديكارتي بين الفكر والجسم يتضمن تداعيات مدمرة لكل أشكال الدين المنظم. كل مخاوف القرن قبله تحققت في **سبنوزا**. لقد بنى صيغة ذات توجه طبيعي بجذرة فلسفياً للعالم الإنساني والمادي وسمه **جون**

تولـــند - الإنكليزي الراديكالي من أتباع برونو - **بالپانتنية** أو مذهب **وحـــدة الوجود** Pantheism[25]. باختصار، أكد **سپنوزا** وجود مادة واحـــدة لامتناهية في الكون، هي بالتحديد الطبيعة أو الإله. وقد جادل أنه كان من غير المنطقي أو متناقضاً ذاتياً وجود نوعين من المادة، كما كانـــت تقـــول الميتافيزيقيا المسيحية؛ بكلام آخر الحديث عن لانهائية الخالـــق وبشكل مفصل محدودية المادة. وبصيغة ديكارتية حقيقية تابع **سپنوزا** منطقه إلى نهايته الواضحة والمتميزة. ففي كتابه *وقائع لاهوتية- سياســية* *Tractatus Theologico-Politicus* (1670) قـــدم مذهبه لـــوحدة الوجود بصيغة تُقرأ بسمو، وربطه بفلسفة الحرية الكاملة من كل قيود فكرية وبتوجهه الجمهوري.

وفي خضم أزمة أواخر القرن السابع عشر، أثبتت **السپنوزية** على أنها الهرطقة الأشد سماً، وكان دَيْنها للعلم الجديد بما أخذت منه، أمراً لا مفر منه. لقد قبل **سپنوزا** كل التعاريف الديكارتية والميكانيكية للمادة والحـــركة. ثم قـــام بشكل فاسد بجعل المادة تنهار إلى روح، الخالق في الطبـــيعة، وبذلك، أصبح كابوس الفلاسفة الطبيعيين المسيحيين حقيقة. في الـــبداية كـــان **هوبز** ثم جاء **سپنوزا** - مختلفين جداً، بالتأكيد، في فلسفتهما عن الحكومة - وكليهما كانا مرتاحين للتفاسير الصافية التي قدمـــتها المذاهب الطبيعية والمادية والموحدة للوجود، للإنسان والمجتمع والطبيعة. ومهما كانت الصفة التي نستخدمها يجب أن لا نجعل مبهماً الصفة الأكثر استعمالاً بين المعاصرين لهذه المذاهب: الإلحاد.

وإلى يومـــنا هذا ما زال المذهب السپنوزي لتلك العقود تاريخاً مغلفاً بالـــضباب. بالنـــسبة لمعارضـــيه كان في كل مكان؛ لكن حاوِلْ أن تجد شخصاً واحد يعلن نفسه من أتباع **سپنوزا**. وعندما كانت السلطات تجد واحداً كان غير حكيم بما يكفي بنشره أفكاره كانت تقوم بحبسه.

لقد فرخت الجمهورية الهولندية سپنوزا، وهناك كان يمكن العثور على فكره كواحد من الصيغ المبكرة والراديكالية للتنوير، في رجال لهم مواقع في الدوائر الخاصة جداً لرجال المهن والتجار، وكذلك الناشرين والصحفيين. كانوا يخترعون أطروحات سرية ويوزعونها، وتجدّف على الأنبياء؛ كانوا يتبنون كل علم ويعلّمون أنفسهم الرياضيات. كانوا جمهوريين ناقدين للسلطة الملكية، ولم يكن لهم أية حاجة لرجال دين أو لعقائد الكنيسة الهولندية التي تم إصلاحها، والتي كان لها الحق بالتحقيق مع الهراطقة، ولها القدرة على إجبار السلطات على القيام بما يسكتهم. وفي رسائلهم الخاصة كان أنصار سپنوزا يصفون الإله الرحيم للمسيحية على أنه "إله الكسول"[26]. باختصار لقد اهتموا بأنفسهم في عالم تنافسي، ولم يلجأوا أبداً للتقوى التقليدية لتوفر لهم السلوى الفكرية.

نحن نعرف عن موظف بريد، كان يخدم في الإدارة الحكومية النمساوية في بروكسل، في مطلع القرن الثامن عشر، كان من أتباع سپنوزا. وكل شيء يبدو غير مؤذ بما يكفي من هذه المسافة إلى أن ندرك أن هذا الموظف ساعد بشكل شبه أكيد أصدقاء الناشر ليشحنوا مطبوعات سرية وبِدَعيّة إلى فرنسا لتقويض سلطة الكنيسة والدولة معاً. وفي النهاية، في سنوات الـ 1740 خسر وظيفته لأنه لم يستطع أن يقاوم إغراء نشر وتوزيع مطبوعة هرطقة أخرى، لفرنسي من أتباع المذهب الجنسني(*) يهاجم فيها السلطة المطلقة[27].

كان يمكن خسارة الوظائف والمهن في تلك المرحلة إذا تم اتهام شخص باللاتديّن، وبشكل خاص باتّباع مذهب سپنوزا. وفي عام

(*) Jansenism: مذهب لاهوتي يقول بفقدان حرية الإرادة وبأن الخلاص الديني هو لفئة محدودة جداً. [المترجم]

1668 حُكم في أمستردام بالسجن لعشر سنوات على طبيب يحمل كذلك إجازة محاماة كان ضمن دائرة **سبنوزا**، قام بالتجديف العلني للتقاليد اليهودية-المسيحية. وقد مات في السجن بعد سنة من ذلك، ورجل دين كلفيني تحرري ذو سمعة عالمية، **فيليب ڤان لمبورخ** Philip Van Limborch مشى خطاه بحذر شديد في وقت كان فيه زملاؤه يضايقونه ويستجوبونه بانتظام حول أفكاره[28]. وفي مطلع القرن الثامن عشر، خسر **تسّوت دو پاتو** Tyssot de Patot -أستاذ الفلسفة الطبيعية والرياضيات في **دڤنتر** Deventer في الأراضي المنخفضة - وظيفته لأنه كان يحمل أفكاراً هرطقية، كما نُبذ من المجتمع المؤدب. و لم تكن صدفة أنه كان يعرف **تولند** في لاهاي، حيث كانا يتبادلان النصوص السرية، وهو شكل من التواصل حول الأفكار الهرطقية الذي أصبح شائعاً خلال عصر التنوير[29]. أحد أنصار مذهب الربوبية (الإله الواحد في كل الأديان)، **توماس ولستون** Thomas Woolston (توفي 1733) تحدى سلطة الإنجيل في قضايا المعجزات والتنبؤات، مات في السجن. كانت السجون أماكن غير صحية. وفي باريس في سنوات الـ 1720 أغلقت السلطات نادياً للأرستقراطية، **لانتروسول** L'entresol، لأن أعضاءه كانوا يلهون بأفكار **سبنوزا** والتفكير الحر. أحد رواد النيوتونية في أوروبا، في النصف الأول من القرن، **وللّم جاكوب زْچراڤساند** Willem Jacob S'Gravesande، اتُهم بأنه من أتباع **سبنوزا**، وهي هرطقة كان بريئاً منها - ولكن كان يمكن أن يُتهم بها الأتقياء ببساطة - من قبل الكلفينيين الهولنديين بسبب انخراطه الكثيف بالعلم الجديد. وخليفته في كرسي الفلسفة الطبيعية في جامعة ليدن، **جاي. أن. أس. ألماند** J.N.S. Alemande، اتُهم بشكل مماثل، بالرغم من أنه حاول كثيراً إظهار براءته[30]. ونحن سوف نلتقي به مرة

أخـــرى في الفصل السابع على أنه بالأحرى أستاذ متوسط المقدرة في الفيزياء. وفي ليبزغ، أحد المراكز الثقافية في ألمانيا البروتستانتية، اضطهد المـــراقبون الرسميون الناشرين وبائعي الكتب بحماس خاص عندما كان يـــشكّ بأهم كانوا يوزعون أدبيات تحمل أفكار **سبنوزا**، بل حتى إذا باعوا كـــتاب **بكر** ضد السحر. كان الإكليروس المستقيمون يعتبرون أي هجوم على سلطة الأرواح مساوية لتقويض كل ما هو كنسي وروحي[31].

وقـــد هـــددت تداعيات مذهب **سبنوزا** السلطة العلمانية كما هددت السلطة الكنسية، وببساطة ليس فقط الملكيات مطلقة السلطة. فـــشبح الـــتهدم - كما كان يتم تذكره من الثورة الإنكليزية - كان يكمـــن في دوائر لندن لمطلع القرن الثامن عشر التي تتقبل مذاهب مثل الـــربوبية والـــتفكير الحر، حيث كان العديد من هذه الدوائر قد تبنت المذهب الطبيعي لـــ **هوبز** أو لـــ **سبنوزا**.

قـــصيدة مجهولة المؤلف، من الفكر الحر في سنوات الـــ 1780، لخـــصت ببراعة وظرف أحد مظاهر تراث السبنوزية: "اجمع "فكر" أو روح إلى "طبيعة" "وهذا الفكر الجليل سيكون /إلهاً ديمقراطياً/... وكل ما نراه حولنا هو الله /من الشمس والقمر إلى الذبابة والقملة/ من الآن فصاعداً متساوٍ، الإنسان والفأر"[32]. كان أصحاب الفكر المتحرر لتلك الفتـــرة يستطيعون أن يحملوا أفكاراً ذات تداعيات ديمقراطية، في حين كانـــوا بحاجة صغيرة للناس ولإكليروسهم. مذاهب مثل المذهب الطبيعي والمذهب المادي، ذات الأصول العلمية، كانت أيضاً تبرّر الأدبيات الجنسية لـــذلك العـــصر، ومع سنوات الـــ 1740 نمت تجارة حية في الإباحيات والدعارة. كانت أعمال مثل *تريز الفيلسوفة Thérèse Philosophe* وفـــاني هل *Fanny Hill* تبشر بالمذهب المادي وتعارض رجال الدين، في حين كانت تُظهر الفسق والدعارة في تفاصيل مرسومة أو منحوتة[33].

ومـــع أواســـط القـــرن الثامن عشر لم يعد الواحد يفكر كواحد من أصـــحاب الفكـــر التحـــرري فقط، ولكن كان من الممكن أن يعيش كواحد منهم.

الثقافة الجديدة للنخبة المتعلمة

أبـــرزت أزمة أواخر القرن السابع عشر إلى الواجهة التوتر الذي كـــان قائماً لفترة طويلة بين المعرفة الجديدة، خاصة العلم الجديد، للفئة المدنـــية المتعلمة والصرامة العقائدية للإكليروس التقليدي. وبشكل عام خـــسر الأخـــيرون المعركة. لم يعد بإمكانهم السيطرة على المطبوعات والمطابـــع، خـــصوصاً في انكلتـــرا والجمهورية الهولندية؛ كما أنهم لم يستطيعوا إزالة الطلب على الكتب وعلى التعلم. [وهي] السوق المتوسع أبـــداً للمعـــرفة. وقـــد كشفت الأزمة، بكل ما في الكلمة من معنى، "تجـــاوز" الاســـتقامة المسيحية كما سيتم استخراجه من العلم الجديد. وبالفعـــل، وكنتـــيجة للأزمة، برزت شخصية *persona* جديدة، في البداية في انكلترا ثم في أوروبا الغربية: السيد المتعلم الذي يقرأ الصحف الدوريـــة، ويحضر المحاضرات الأدبية والفلسفية أو يتواجد في النوادي، مـــن أجل أن يكون مثقفاً، وأن يبقى مسيحياً بشكل غامض، وعموماً بروتـــستانتياً، ولكنه يشرح معتقداته ضمن مفاهيم النظام والتناغم في الخليقة. وهو قد يكون تاجراً في المدينة أو سيداً ذا أملاك في الريف؛ بل إنه قد يكون صاحب حانوت، أو طبيباً أو محامياً. هو كان يؤمن بتعليم أولاده؛ وزوجته، رغم أنها كانت عموماً تقية أكثر منه، إلا أنها كانت بالتأكـــيد متعلمة وقارئة للكتب، وبشكل خاص الروايات(34). وبحلول ســـنوات الـــ 1720، خاصة في انكلترا، كان يمكن لمثل هذا السيد أو التاجـــر أن يمتلك منفذاً سهلاً إلى العلم التطبيقي كما كان يُدرَّس من

قبل المحاضرين النيوتونيين. كان يمكن لهذا السيد وزوجته معاً أن يحضرا المحاضرات العلمية التي كانت شائعة بشكل متزايد، بما فيها من إيضاحات ميكانيكية عملية. وبحلول سنوات الـ 1760 كان يمكن لابنه أن يستثمر في مشاريع صناعية، أو، كما سنرى في الفصل السادس عن عائلة **واط**، أن يكون هو نفسه رائد أعمال في الصناعة. كانت البروتستانتية المتحررة والعلم قد جعلا من الممكن لمثل هؤلاء الرجال أن يفسروا الطبيعة بأنفسهم، وأن يشعروا بالراحة في ذلك؛ وفي النهاية جعل علم الميكانيك التطبيقي من الممكن أن يستغلوا هم أنفسهم هذا العلم والطبيعة[35]. كان وزن هواء الجو يعطي طاقة لمحركات البخار التي أنتجها **نيوكمن**(*) Newcomen و**سافري**(**) Savery؛ وإذا استخدمت بشكل جيد، كان بإمكان هذه المحركات أن تقوم بعمل عدة أحصنة أو عدة رجال.

ومن آن لآخر، كان يمكن لأحد هؤلاء السادة الذين درسوا العلوم أن ينزلق كلية إلى الإلحاد، وعموماً إلى مذهب وحدة الوجود أو المذهب المادي. وما نستطيع نحن التأكد منه هو أنه عندما كان هذا التحول يحصل كان يحصل بشكل أسهل إذا كان هذا الشخص ذا اطلاع علمي. بل ربما كان هذا التحول قد استُحثّ بالنسبة للشخص نفسه باعتماد منهج **ديكارت** في التحليل المنطقي بشكل حرفي أكثر من اللازم، أو بافتراض، كما فعل **تولند**، أن الجاذبية النيوتونية كانت تفسيراً كافياً لكيفية عمل الكون، وبالتالي لم يكن هنالك برأيهم تخالق غير الطبيعة. وفي انكلترا، كان مثل هذا الخروج الراديكالي عن الحكمة السائدة يترافق في الكثير من الأحيان مع معارضة فئة القلة الحاكمة

(*) محرك بخاري اخترعه تومس نيوكمن عام 1712.

(**) محرك بخاري اخترعه تومس سافري عام 1698.

ولأي شكل من أشكال النظام القديم التي قد تُظهر نفسها في الوطن أو في الخارج. وعندما نجد مثل هذه المجموعات الراديكالية في بريطانيا آخر القرن الثامن عشر سنجد أنها كانت في كثير من الأحيان في مقدمة النشاط التصنيعي. وبالنسبة لهؤلاء كان العلم مقيَّداً برؤية الإصلاح الاجتماعي الأوسع من خلال تطبيقات الآلة في الإنتاج. ومثل هؤلاء السادة الراديكاليين، مثل الطبيب من أتباع المذهب المادي، **أرسموس داروين** Arasmus Darwin، وأحد أتباع المذهب الأونتاري(*)، **جوزيف برستلي** Joseph Priestley، قد يعتنقون الرأسمالية ربما بشكل إرادي أكثر مما كان يفعل أندادهم المعتدلون. وبالنسبة لأولئك الذين كانوا يسيطرون عليها، كانت الرأسمالية من النوع الصناعي أو الميكانيكي، على ضفتي قناة المانش، تمثل وسيلة فعالة لتدمير الاحتكارات التي كانت تمارسها الأرستقراطية القديمة مالكة الأرض. كذلك بالنسبة إليهم كان الإكليروس المتحذر الذي لم يتم إصلاحه غير مقبول منهم بشكل مماثل.

وبقدر ما كان التديّن في القرن الثامن عشر يصبح خاصاً عند المتعلمين، وكذلك السياسة الخاصة، بقدر ما كان هذا الدين الخاص يحمل شبهاً أقل للتقوى المعبر عنها في الكثلكة المنتشرة، أو في السلوك الصارم للكالڤينية المستقيمة. وقد رأى ذلك القرن على ضفتي القناة المانش حركة إعادة إحياء ملحوظة في أوساط الطبقات الدنيا والمتوسطة. وفي انكلترا كان مذهب المتودست Methodism(**) قد

(*) Unitarian: مذهب مسيحي يرفض الثالوثية اللاهوتية ويقول بالطبيعة الواحدة (الإنسانية) للمسيح ووحدانية الخالق.

(**) أحد المذاهب البروتستانتية الإصلاحية في انكلترا انطلق من أوكسفورد 1729. [المترجم]

وفـــر مخـــرجاً للورع الديني المكثف؛ وفي ألمانيا تفرع **مذهب** البِيَتِست Pietist(*) في عدد من الكنائس البروتستانتية.

كـــان أي نوع من "الحماس" الطائفي - مثل التبشير الذي كان يقـــوم به أصحاب الألفية السعيدة والذين أعلنوا نهاية العالم، أو نشوة أصـــحاب الأبرشـــيات الذين تخيلوا أنهم اكتشفوا قديساً بينهم، كما حصل في باريس في سنوات الـــ 1720 - يثير سخرية وازدراء من قبل أولئك الذين يعتبرون أنفسهم متنورين. كان ازدراء "القطيع الأدنى من الناس" نوعاً من العدوى في الثقافة المستنيرة؛ "إن شعبنا من المرتبة الدنيا، بـــسبب غـــياب الـــرعاية المطلـــوبة لتعليمهم، هم من **الهوتَنْتوت**(**) Hottentot" كما ذكر أحد أصحاب "الفكر المتحرر" الإنكليزي المعتد بنفسه. كان العلاج الوحيد هو بغرس "الحقائق الأكثر انتشاراً وإثباتاً في الفلـــسفة الطبيعـــية... بعض الحقائق العامة الأساسية لحكومة حرة... ومظاهـــر عملية للدين والأخلاق". هذه لوحدها "يمكن أن تجعل الناس يمـــيلون للفضيلة، التي بدونها لن نستمر كأمة مزدهرة لفترة طويلة"[36]. كـــان التعليم العلمي الجديد يسمح لبعض المتعلمين الأوروبيين أن يحكموا على غير المتعلمين والغرباء بنظرة فوقية. كان الميل للتعالي، الذي تسبب بـــه العلم بين المتعلمين، من بين المظاهر الأقل جاذبية في الثقافة الجديدة للإدارة المدنية[37]. لكن بعض رواد نظام التقدم العلمي، مثل **جوزيف پرستلي** تحولوا بدلاً من ذلك إلى دراسة التاريخ في محاولة لفهم مصادر الـــرفاهية الغـــربية من الناحية التنموية وبشكل مقارن. وفي هذا المسار وضعوا أساسات للتاريخ المكتوب كما نعرفه اليوم.

(*) مذهب إصلاحي بروتستانتي آخر ظهر في ألمانيا.

(**) شـــعب بدائـــي فـــي جـــنوب إفريقيا ذو بشرة داكنة ضاربة إلى الصفرة. [المترجم]

وعلى امتداد القارة الأوروبية كان سوق المعرفة الآتي من انكلترا، علم **نيوتن** والجمعية الملكية، يتوسع باضطراد. وفي عام 1700 ألح **بيير بايْـــيل** علـــى شـــاب لامع من لاجئي الهوغونوت، كان عنده اهتمام بالعلم، أن يذهب إلى انكلترا: "إنه البلد في العالم حيث التحليل المنطقي الميتافيزيقي والفيزيائي يحصلان على التقدير الأعلى"[38]. وفي تلك السنة كـــان علـــم **نـــيوتن** قد بدأ يجذب إليه أتباعاً في الجمهورية الهولندية، خـــصوصاً في جامعة ليدن، وكذلك في الصحف الناطقة بالفرنسية التي كان يديرها اللاجئون الهوغونوت أو الهولنديون الأرمن. وكان أساتذة لـــيدن يقدمـــون مركّباً موالفاً جديداً ولكنه معتدل، يتجنب المذهب المـــادي ولكنه يتضمن طريقة متسامحة وتقدمية للخروج بثقة من الأزمة التي كانت منذ سنوات الـــ 1680 قد أصابت ثقافة النخبة.

ومن بين غير الكلفينيين البروتستانت الذين أكدوا على حق الفرد في أن يجـــد خلاصـــه، أو خلاصـــها، الشخـــصي كان **المالونيون**(*) Mennonites متقـــبلين بشكل خاص للعلم الجديد على امتداد أواخر القـــرن السابع عشر وفي القرن الثامن عشر. وقد قاد التنوير الهولندي المـــنوني الليبرالي اللاهوتي **جوهانـــز ستنسترا** Johannes Stinistra، الـــذي كـــان يزيّن حائطه برسم لوحه الفيلسوف النيوتوني **صمويل كلارك** الذي كان قد ترجم كتبه[39].

لكن الصحافة الناطقة بالفرنسية في الجمهورية، والتي كان يحررها صـــحفيون هولنديون ومن الهوغونوت، كانت هي التي قادت مسيرة المعرفة العلمية. كانت صفحات: *الصحيفة الأدبية Journal littéraire* (1713–1732) و*أخبار جمهورية الآداب Nouvelles de la republique*

(*) Mennonite مذهب بروتستانتي لسسه منّو سيمولـــز في النصف الأول من القرن السادس عشر. [المترجم]

L'Histoire *والتاريخ النقدي لجمهورية الآداب* (1710-1700) *des lettres* *critique de la republique des lettres* (1718-1712) *والأخبار الأدبـــية* *Nouvelles lettéraires* (1720-1715) *والمكتبة العقلانية* *Bibliotèque raisonnée* (1728-1728)، طافحة بالثقافة الإنكليزية، وبـــشكل خـــاص التفـــسيرات المطولة للإنكليكانية المتحررة، وبآخر المطـــبوعات العلمـــية[40]. بالإضافة إلى ذلك، كتب اللاهوتي **برنارد نيوونتيت** Nieuwentyt واحداً من أهم الكتب المدرسية عن اللاهوت الليبرالي والنيوتوني، *الفيلسوف المتدين* *The Religious Philosopher* (1715) والذي أصبح بعد ترجمته النص المعيار في المدارس الإنكليزية؛ وكان شائعاً أيضاً بترجماته بالفرنسية والألمانية. كان قاسياً في هجومه على مـــذهب **سبنوزا**، وقدم مزيجاً من العلم والدين - ما كان يعرف في ذلك الـــوقت بأنه اللاهوت الفيزيائي - يؤكد على الانسجام والنظام الطبقي في الطبـــيعة والمجتمع. وبشكل ذي معنى كانت الترجمة الإنكليزية التي أُنجزت تحت رعاية نيوتونية قد أزالت الإشارات المفرطة إلى الإنجيل[41]. كان قرن مـــن الـــصراع العقائـــدي قد أقنع البروتستانت المتحررين بأن العلم كان المرتكز الأفضل للدين من أي من الكتاب المقدس القديم والحديث.

وفي انكلتـــرا، قام الجيل الأول من النيوتونيين - ريتشارد بنتلي، وجـــون درم، وولـــيم وستون - بأخذ علم **نيوتن** إلى منابر الكنائس. ولكن مبكراً، من سنوات الـــ 1690، كان العلم النيوتوني - أو بشكل أدق العلم الميكانيكي كما تم توليفه في *برنسبا* - قد تكشف في مواقع أكثـــر علمانية. ففي المقاهي ومحلات الطباعة، كان المفسرون النيوتونيون - مـــثل **جون هرّيس وفرنسيس هوكسبـــي** Fransis Haukesbee **وولـــيم وستون** - يجمعون المستمعين ويعطونهم "درساً من المحاضرات الفلسفية، عن علوم الميكانيك والسوائل وضغط الهواء والبصريات"[42].

وكانت تلك المحاضرات تلقى رعاية أرستقراطية، وكانت قد أصبحت إلى درجة كبيرة جزءاً من ثقافة الطبقة الأولچركية(*) الحاكمة من حزب **الويج**.

وبالفعل لم تكن الروابط بين الترويج للعلم النيوتوني ومصالح أولچركية **الويج** مصادفة. بعد عام 1714 أعطت الفئة العليا في الطبقية التسلسلية **اللاتيتوديسنارية** للكنيسة بركاتها لحزب **الويج** المنتصر، ما سبب الهلع لدى طبقة الإكليروس الدنيا. كانت العقيدة العلمية الداعية للنظام والتناغم في الطبيعة - والتي كان يُبشر بها من على منابر الكنيسة - تتمم الاستقرار السياسي التي سعت من خلاله الأولچركية للترؤس بشكل مرتاح بعد عام 1689. وفي الجمعية الملكية، كان أتباع **نيوتن** - جزئياً كنتيجة لتأثير مباشر منه - يسيطرون بالكامل وأبقوا المنشقين من المعارضين للحكومة، أو **التوري** المحافظين، خارج مواقع السلطة. وبحلول سنوات الـ 1720 وإنجاز وراثة العرش **الهنوفري** (1714) - والتي أمنت استمرارية الملكية البروتستانتية - برز إلى الواجهة حزب **الويج** والكنيسة القائمة، كجيل جديد من النيوتونيين، وهم الذين قاموا بوضع مواصفات التنوير المعتدل في انكلترا.

وفي الجمعية الملكية - وكجزء من مهمتها - وبقيادة من مجموعات حزب **الويج** - مثل **مارتن فوكس** Martin Folkes، والسير **هنز سلون** Hans Sloane - كانت التطبيقات العلمية في الصناعة والتجارة تأخذ بروزاً متزايداً. وبشكل مماثل، نرى تخفيفاً في الانشغالات العقائدية التي كانت للجيل الأول من رجال الدين النيوتونيين؛ كان يبدو أن **فوكس** وأصدقاؤه كان لديهم قليل من الاهتمام بالدين المنظم(43). وقد وفرت النيوتونية كل الأجوبة التي كانوا

(*) Oligarchy: فئة قليلة نخبوية حاكمة. [المترجم]

بحاجة إليها للعيش حياة مرتاحة نسبياً، وسط الرفاهية والاستقرار السياسي كما نعمت بهما الطبقات العليا - وبعض الفئات المتوسطة - في الدولة الهنوفرية. كانت الحدائق الأنيقة للملكة كارولين في رتشموند تحتوي تماثيل نصفية لـ **نيوتن** و**لوك** و**بويل** ورجل اللاهوت المتحرر **وليم ولاستون**، ما كان يعبر عن إيمانها بالعلم النيوتوني وبالدين الطبيعي[44].

ومن نماذج تلك الثقافة النيوتونية، مع التركيز على العلم التطبيقي، نص مثل كتاب **هنري پمبرتن** Henry Pembertin، *نظرة في فلسفة إسحاق نيوتن A View of Isaac Newton's Philosophy* (1728). وهذا النص كان مباشراً ومختصراً - عن فلسفة **نيوتن** عن الطبيعة، وتعريفه للمادة والمكان والزمان والفراغ وقانون التثاقل الكوني - أفضل مما كان يوجد في محاضرات **بويل**. كان الدفاع عن العقائد المسيحية قد تم تخفيفه لصالح التركيز العام، ولكن الثابت، على القدرة الإلهية وعلى التفسير المباشر للفيزياء النيوتونية. وعندما كان **پمبرتن** يدخل في جدال كلامي، كان يفعل ذلك فقط ضد أصحاب المذهب المادي الذين، مثل **تولند**، كانوا يؤكدون أن الجاذبية هي ذاتية في المادة، والذين كانوا يتصورون خلود هذا العالم، والذين كانوا ينفون سمو وجلالة الخالق في كل مظهر في الخليقة. هذه الصيغة النيوتونية الشائعة للربوبية أخذت في ذلك الوقت تحل مكان الدقة العقائدية التي كانت في النيوتونية المبكرة.

ومن بعيد، كان أشهر من بث الثقافة النيوتونية إلى القارة الشاعر الفرنسي **ڤولتير** Voltaire. عندما وصل إلى لندن عام 1726 تعلم النيوتونية مباشرة من **صمويل كلارك**، وبالنسبة لـ **ڤولتير** أخذت النيوتونية قوة دين جديد[45]. وكتابه *رسائل فلسفية Lettres philosophiques* (1733) كان

أنـــشودة تمجيد واسعة الانتشار في مدح الحكومة الإنكليزية والتقاليد الاجتماعـــية والعلم، وكلها ربطت إنجازات **نيوتن** بوسط من التحرر الفكـــري، كـــان موجوداً، كما ادعى، في انكلترا فقط. وهو قد قدم العلـــم الإنكليـــزي ومجتمعه كنموذج شامل للتنوير، وفي طريقه، قام **فولتير** بإضافة المزيد من العلمنة إلى النيوتونية. وقد أصر على وجود الله عـــند نـــيوتن، ولكـــن بـــين أيدي **فولتير** كان المفهوم قد أصبح غير شخـــصي بـــشكل واسع؛ كان يمكن وصف وظيفته بأنها اجتماعية، ببـــساطة. فالألوهية تحافظ على النظام، وهذا أيضاً ما يجب أن يكون دور الملـــوك والحكومات. وكانت الأرستقراطية الإنكليزية قد مُدحت بالـــضبط لأنهـــا مستعدة لأن تكون متعلمة، ولأنها تخالط رجال العلم والمعـــرفة. وحتى سوق الأسهم في لندن، أصبح بالنسبة لـــ **فولتير** رمزاً لكـــيف يمكـــن لسوق متوسع أن يروج للتسامح. قال إنه على أرض ســـوق الأســـهم كان أناس من مختلف الأديان يتخالطون ويتاجرون. ونحـــن نعـــرف اليوم أنه كان بإمكان **فولتير** أن يبدي هذه الملاحظة بـــسبب مـــا رأى فعلياً على أرض تلك السوق. فهناك، كان الرجال يـــتجمعون تبعاً لهوياتهم الدينية وأحياناً تبعاً لأشغالهم. ربما كان السوق قد فرض عليهم أن يكونوا أكثر تسامحاً، ولكنه لم يجعلهم يتخلون عن هويـــتهم الاجتماعـــية. وقد انبهر **فولتير** بهذا التسامح النسبـــي الذي شاهده في انكلترا لدرجة أنه أراد أن يتخيل أنه نهاية الاختلاف الثقافي. لكن من الأفضل رؤيته كشكل جديد ومختلف من الثقافة، ولكنه أكثر حداثـــة، وبالـــتالي أوســـع، مما كان يمكن رؤيته في أي مكان آخر في أوروبا في ذلك الزمن.

ومثل النيوتونيين الإنكليز، تبرأ **فولتير** من العلم الذي كان منتشراً في الدوائر المثقفة الفرنسية، علم **ديكارت**، وهو قد فعل ذلك لأسباب

مــشابهة. وهــو لم يقــم بتفسير الحركة في السماء ورديفها النيوتوني الكــوني، لكــن ملاحظات **ڤولتير** الخاصة تخبرنا أن الديكارتية تقود مباشرة إلى المادية والإلحاد[46]. وقد حصل على هذا التوجه من **صمويل كلارك**. كان **ڤولتير**، على المذهب **الربوبــي**، قد جعل **نيوتن** وعلمه شــائعين علــى امــتداد أوروبا، وربطهما بعدائه المسعور للإكليروس وبإدانــته للخــرافات وعدم التسامح. وقد أعلن أن العلم الجديد كان الــبديل لحــرفة الكهنة وللتعصب الأعمى. وقد اصبح جداله مشهوراً بحلول سنوات الـ 1740.

وابــتداءً مــن سنوات الـ 1690 كان النيوتونيون الإنكليز، ثم الأوروبــيون، قــد قامــوا بحملة إعلامية واسعة ضد العلم الديكارتي. وبالنــسبة لشخص مثل الطبيب الهولندي والأستاذ في ليدن، **بورهاڤ** Boerhaave، كــان علــم **ديكارت** غير كاف في المجال التجريبــي، وبالنــسبة لآخرين، كان الخوف الابتدائي هو من أن الديكارتية تقود مباشرة إلى المادية. وقد وضع **ڤولتير** اعتراضاته باختصار كما يلي:

> **بالنــسبة للانهائــية المادية بالنسبة لــ *ديكارت* كانت المادة امتداداً، فلهذه الفكــرة أسس قليلة، مثل الدوامات... ولكن ماذا علينا أن نفهم من المادة اللانهائــية؟ فالمــصطلح لانهائــي، كما استخدمه *ديكارت*، يجب أن يفسر كذلك، أو لا يكون له معنى على الإطلاق. هل يقصدون، أن المادة لانهائية بــشكل أساســي بطبيعــتها الذاتية؟ إذا كان كذلك، عندها تكون *المادة* هي *الخالق*[47].**

كانت ربوبية **ڤولتير** ترتكز على افتراض أن "**الخالق هو القائد في** الكون الذي يعطي الأوامر لمختلف الأجسام"[48]. وبدون تلك الأوامر لا يكون هنالك نظام. كان **ڤولتير** يؤمن أنه بدون **الخالق** لا شيء يمكن أن يكــبح الملــوك أو يفــرض النظام على الجماهير. كان أي تفسير لانتصار العلم النيوتوني في مطلع القرن الثامن عشر يتجاهل أو يقلل من

قوة هذه الاهتمامات الاجتماعية والإيديولوجية يكون قد أغفل المضمون الذي من خلاله كان يمكن للعلم - مثل أي جسم آخر من المعرفة - أن يحتل مكانه.

قام **ڤولتير** بتبسيط العلم النيوتوني، ولكن كانت الأهمية الأعظم في انتشاره بين المتعلمين العلميين، للعالم الهولندي **وللّم جاكوب زْجراڤساند** (1688-1742). كان كتابه *العناصر الرياضية في الفلسفة الطبيعية Mathematical Elements of Natural Philosphy* (النسخة اللاتينية 1720-1721؛ الإنكليزية 1720-1721، لحقتها خمس طبعات أخرى؛ الفرنسية 1746-1747) قد أعطى تفسيراً رياضياً عالياً ومنمقاً للعلم النيوتوني على شكل كتاب مدرسي لم يتغلب على أهميته أي كتاب آخر في النصف الأول من القرن الثامن عشر. وفي عام 1717، في محاضرة إعلان حصوله على رتبة الأستاذية في علم الفلك في جامعة ليدن، وهي رتبة حصل عليها بتدخل من **نيوتن** شخصياً، قام **زْجراڤساند** بالدفاع عن علماء الرياضيات من تهمة الإلحاد وعدم التدين. وهو هاجم أيضاً "أولئك الرجال الذين لم يفكروا أبداً بأن وجودهم نفسه، وكذلك وجود الأشياء حولهم، لم يكن ليكون ممكناً بدون التأثيرات لسبب قوي وحكيم جداً... وكذلك هاجم أولئك الذين لا يهتمون بالدين سوى لأنه موضوع مزحاتهم البذيئة". وقد حافظ **زْجراڤساند** دائماً على الاعتراض النيوتوني على المذهب المادي. ولكن بعد وضع هذا التوضيح في مكانه، ساهم **زْجراڤساند** في وضع الصيغة الأكثر علمانية للنيوتونية، بشكل عام، من تلك التي كانت منتشرة بين أتباع **نيوتن** المباشرين والإنكليكان. وهو قد تجنب جدالهم الكلامي ذي الأصول الكهنوتية، وركز اهتمامه على التفسير المطول لـ *برنسبيا*.

استخدم **زْچرافْساند** أجهزة ميكانيكية في محاضراته، وكان رائداً في أوروبا في الصيغة الأكثر تطبيقية لميكانيك **نيوتن**. كان تأثيره - خاصة على التعليم العالي الهولندي، كما سوف نرى في الفصل السابع - عميقاً. فقد علّم **زْچرافْساند** جيلاً كاملاً من الطلبة في ليدن؛ وكانت مجموعته التي راكمها من الأجهزة الميكانيكية ووسائل الإيضاح من الأفضل والأحسن في أوروبا. وقد رأت امرأة زارت جامعته في سنوات الـ 1720 معروضاً باعتزاز في مكتبته "كرة من النحاس الأصفر المصقولة تظهر حركة كل الكواكب تبعاً للنظام الكوبرنيكي، يحركها رقاص"[49]. وبالفعل، مع أجهزة وكتب مدرسية كتلك المذكورة - خصوصاً عندما تجمع مع نصوص أسهل للعلم النيوتوني الذي أصبح منتشراً بشكل متزايد - كان يمكن تجاهل *پرنسپيا* بأمان من قبَل أولئك الذين كانوا يبحثون عن تربية علمية أساسية. وما يفاجئ المؤرخين عن **زْچرافْساند** والنيوتونية الهولندية هو في فشل كليهما في مد تأثيرهما إلى خارج الدوائر الأكاديمية. ومع ذلك، بالنسبة للمحدثين في علم الرياضيات، كان كتاب **زْچرافْساند** *العناصر الرياضية* الكتاب الذي يجب التمكن منه. ومتأخراً إلى سنوات الـ 1780 كان **جايمس واط** يجبر ابنه المتمرد على القيام بتمارين من كتاب **زْچرافْساند**.

ولادة حركة الماسونيين الأحرار الأوروبية

هذه المؤالفة المرتكزة على العلم والدين والإيديولوجيا الاجتماعية كانت موضوع تبشير من منابر الكنائس التي كانت منتشرة في لندن، كما كانت تنشر في طبعات أنيقة تمول جزئياً من قبل محامين وتجار وبعض أعضاء البرلمان المنتمين إلى حزب **الويج**[50]. وكانت النيوتونية متضمَنة أيضاً في أشكال جديدة من التجمعات الاجتماعية التي كانت

تـــشمل طقوســـاً وملابـــس خاصة. بدأت حركة **الماسونيين الأحرار** Freemasonary البريطانية عام 1717 كناد للفكر للسادة، مختلف تماماً عـــن الـــنقابات المهنية القديمة للبنائين التي أخذت جذورها منها. لقد جـــرى اســـتبدال كامل للبنائين الممارسين وثقافتهم في العمل المتنقل، وبالفعـــل كـــان مفهوم النقابة التي تحمي أجور عمالها قد تم التبرؤ منه بـــشكل واعٍ مـــن قـــبل *الدســـتور* الجديد الماسوني ***constitution*** (1723). وبـــدلاً مـــن بنائـــي الحجـــارة الممارسين جاء المتحمسون العلميون، بحيث كان ما نسبته واحد من كل أربعة من البنائين الأحرار (الماســـونيين) زملاء في الجمعية الملكية في سنوات الـــ 1720[51]. كان الماســـوني الأكثر نشاطاً في مطلع تلك السنوات في المحافل الماسونية في لـــندن، العالم النيوتوني الذي كان يمارس العلم التجريبـــي، **جان تي. دزاچولييه** Jean T. Desaguliers. ونحن سوف نلتقي به مرة أخرى في الفـــصل التالي، عندما سيصبح المدرِّس النيوتوني الرائد في جيله. وفي زيـــه الماســـوني، قـــام **دزاچولييه** بنشر المحافل من لندن إلى المحافظات الإنكليزية، وإلى **البلدان المنخفضة**[52]. وعلى الأرجح، فقد مهدت له الطـــريق خلفيته كلاجئ فرنسي ليحصل على منفذ سهل في كل مدن أوروبا الغربية.

وفي الـــتجمعات الماسونية، كان يتم التبسيط الشعبـــي لأصول ثقافـــة التنويـــر؛ كان السادة المتعلمون الذين يمتلكون ثروات ملموسة (كـــان على الشخص أن يتحمل تكاليف الاشتراك) يعبدون "**المهندس المعماري العظيم**"، رب العلم الجديد، وكانوا يقدمون الولاء لأي دين يهـــتمون بذكره: "إلى دين ذلك البلد أو تلك الأمة مهما كان، ولكن الآن لا بـــد من التفكير بأنه أصبح أكثر ملاءمة للتفضل عليهم بالتوجه إلى ذلـــك الـــ**دين** حيث يتوافق كل الرجال، محتفظين بآرائهم الخاصة

لأنفسهم"[53]. مسلحين بمبادئ الهندسة، وكذلك بـ **"الفنون الميكانيكية"**، قام "عدة نبلاء وسادة من أعلى الرتب، ومعهم رجال دين وعلماء مثقفون" بتشكيل المحافل الماسونية حيث "كل ترقية" كانت ترتكز على "الاستحقاق الشخصي فقط". وفي بعض المحافل الإنكليزية المبكرة كان يمكن للمرفهين والمستحقين أن يشاهدوا تجارب علمية يجريها محاضرون زائرون.

ولم تكن المحافل – التي انتشرت على ضفتي القناة المانش – مراكز للتعلم العلمي أبداً. كانت نوادٍ اجتماعية تقدم تعبيرات طقوسية لأخوّة المستحقين، وتشجعهم على تحسين علومهم وتربيتهم ولياقتهم. وفي بعض الأحيان، كانت المحافل تحتفظ بمكتبات، أو كانت ترعى جمعيات للقراءة؛ وليس صدفة أن الماسونيين الأحرار في القرن الثامن عشر كانوا نشطاء في الترويج للتربية العلمية بأكثر من أعدادهم. وعندما كان **دزاچوليه** يحاضر عن علم الميكانيك في روتردام وأمستردام ولاهاي، وباريس – متكلماً الإنكليزية واللاتينية والفرنسية – كان يشد الرجال إليه بلا أدنى شك، وكان هؤلاء بدورهم يسعون للعضوية في أخوّته الماسونية. كانت النسوة، على العموم، مبعدات عن المحافل، بالرغم من أنه في أواخر القرن في فرنسا كانت محافل النساء قد أصبحت شائعة، وكانت تدعو إلى أن تتعلم النساء العلوم حتى تصبحن مجهزات بشكل أفضل في بحثهن عن المساواة[54]. وبالنسبة للمنشقين عن الكنيسة والمعابد الصغيرة والمعارضين للسلطة القائمة والمصلحين الاجتماعيين، كانت المحافل الماسونية تقدم المجتمع البديل حيث كان يمكن للهرطقات أن تناقش بحرية. وليس صدفة أن قائد الماسونية الحرة في أمستردام في سنوات الـ 1730 والـ 1740 كان يعلن نفسه من أنصار مذهب وحدة الوجود، وأنه كان يعبد العلم

الجديـــد ويؤمن بـــ "أن الطبيعة قد وضعتنا طوعاً أو كراهية على هذه الأرض، لـــيس للأبـــد ولكن لفترة زمنية محدودة، حيث مدتها وموعد نهايـــتها كلـــها مجهولة منا؛ هذا هو النظام الكوني حيث على الجميع، ولكن خصوصاً رجال العقل، أن يخضعوا أنفسهم له"[55].

ومـــثل هـــذا الإيمـــان الجديد فوق العادة بالنظام وبالعقلانية في الطبـــيعة، كما كان يقول به ويتوسط من أجله علم **نيوتن**، كان يمكن أن يجعل من الذين يأخذونه بجدية أكثر من اللازم راديكاليين سياسياً. كـــان مجـــتمع القـــرن الـــثامن عشر وحكوماته، خصوصاً في القارة الأوروبـــية، محـــصوراً بالقلة بأحسن الأحوال؛ وفي أسوئها كان هذا المجـــتمع طبقـــياً بـــصرامة، وغير ممثل بالمطلق لمصالح الفئات التجارية والـــصناعية وقيمها. كان هنالك بالضرورة روابط بين المركّب الذي والـــف بـــين العلم والدين - والذي حل الأزمة في مطلع القرن الثامن عـــشر - والثورات التي أتت بعد ذلك، أولاً في المستعمرات الأميركية (1776)، ثم في أمستردام وبروكسل (1787) وأخيراً في باريس (1789). كان هنالك إيمان تقدمي قد تولد من العلم الجديد واستمر بإنجازاته التي جعلـــت مـــن أولئك المتنورين غير صبورين، وحتى متمردين في وجه ممارســـات الـــنخب القديمـــة الـــتي لم تكن تأبه بالتحسين أو بالتنمية الاقتـــصادية المرتكـــزة على حرية التجارة والعبادة والقيام بالتجارب العلمـــية. ومتأخراً في القرن الثامن عشر قلد المصلحون في ألمانيا المحافل الماســـونية وحولوها إلى جمعيات *للتنوير Illuminati*، حيث كان يمكن لـــراديكاليتهم وعـــدم صبرها أن تلقى مجالات للتعبير. وعلى الأرجح، كانت تلك المجموعات الجديدة، ومن بعيد، لا تشبه المحافل التي كانت قـــد أسست قبل ذلك في القرن من قبل **دزاچوليبه**. ولكن مع ذلك، وفي مصطلحات إيديولوجية، كانت تلك المجموعات تذكرنا بأن التقدم

الذي وعد به العلم الجديد كان يمكن أن يؤدي إلى توقعات لم تكن أبداً مقدَّرة من قبل مروجي العلم الأوائل.

تطبيق العلم النيوتوني

لكن العلم النيوتوني كان، في أيدي المدنيين، شيئاً أكثر من عقيدة أو إلهام بما يشبه الطقوس الدينية، كان يتحول بشكل متزايد إلى تطبيق وممارسة. قبل استيعاب *برنسبا* كان علم الميكانيك موجوداً كجسم من العلم والحِرف يمكن تطبيقه؛ ولكن ما كان ناقصاً كان نظرية مهيمنة أو مجموعة مبادئ، فلسفة طبيعية ومجموعة قوانين تعطيه لحمة وتماسكاً. ويمكننا مقارنة كتاب مدرسي من ما قبل نيوتن حول علم الميكانيك التطبيقي الجيد مع ما جاء مباشرة بعده. كانت تلك الأدلة الأولى في كثير من الأحيان معاكسة للأرسطوطالية، ولكنها لم تكن قادرة على تقديم تفسير بديل متماسك حول الجاذبية، وإن كانت مناسبة بشكل كامل في تفسير كيف يمكن استخدام العتلات والأوتاد والبكرات[56]. وكما وصفه أحد مؤرخي العلم، "كان متوازي الأضلاع الذي يرسم القوى، وقانون العتلة، ومبدأ العمل الافتراضي، وفعل القوة عند التماس، ومبدأ الطاقة، كانت لها كلها تواريخ سابقة"؛ لكن كل أجزاء علم الميكانيك المدرسي "كانت يجب أن تستوعب، أو توحد في تيار نيوتوني"[57]. ومن أفق أكثر شمولاً للثقافة الغربية، لاقى علم الميكانيك انتشاراً شعبياً لم يسبق له مثيل بعد نشر *برنسبا*.

وفي المحاضرات النيوتونية الأولى التي أعطيت مبكراً جداً، قام **فرنسيس هوكسبي** بتفسير مطول لـ "القوانين العامة **للتجاذب والتنافر** السائدة بين كل مادة". وكما تم إعلانه في *برنسبا*، عملت هذه القوانين على "وضع نظام حقيقي للطبيعة، وتفسير... الحركات الكبرى

في العـــالم". وبعــد ذلك لحق وصف تفصيلي لمضخة هواء **بويل** كآلة "تعطـــي حـــركة سريعة للأجسام في الفراغ" وكان لدى **هوكسبـــي** اهـــتمام خاص في ظاهرة "الفعل عن بعد"، والتي كانت الكهرباء مثلاً من بين أشدها سحراً وإثارة للتعجب. كانت القوى الكهربائية الجاذبة تعرّف بشكل أساسي كمظهر من الصورة الشاملة "للقدرة في الطبيعة، والـــتي مـــن خلالهـــا تميل أجزاء المادة للتفاعل فيما بينها"، باختصار، توضـــيح آخر لمبادئ **نيوتن**. وعلى امتداد كل تلك المحاضرات كانت الأجهـــزة الميكانيكـــية تستخدم لتوضيح قوانين العلم النيوتونية، وكان التأكيد على تحسين الأجهزة الميكانيكية.

وفي محاضـــرات **هوكسبـــي** لم تقدم أية تطبيقات صناعية مباشرة لآلات التوضـــيح، رغم أن جداولاً كانت تعطى للثقل النوعي للحجر والفحـــم وغيرهـــا من المواد التي كانت شائعة في مناجم **مدلندز**[58]. كانت صناعة التعدين في بريطانيا، حوالي عام 1700، الأكثر تقدماً في كل أوروبا. كان إنتاج الفحم الحجري في فرنسا في نهاية القرن السابع عـــشر، على الأرجح، لا يتجاوز 75,000 طن في السنة، وكان ذلك أقل مما كان يُنتج في انكلترا في مقاطعة شمالية إدارية واحدة قبل الثورة الإنكليزية[59]. وفي القارة، وحده كان إنتاج الفحم الحجري في بلجيكا قـــريباً مـــن الإنـــتاج الإنكليـــزي، وكمـــا هو متوقع، كان كل من **زْجرافـــساند ودزاجوليـــيه** نـــشيطين في بلجيكا (الأراضي المنخفضة النمسوية) في سنوات الـــ 1720 في محاولة الاستعانة بمحركات البخار، علـــى الأرجـــح من نوع **ليوكمن أو سافري**، لتجفيف مناجم الفحم العميقة.

كـــان من الصعب مقاومة تطبيق العلم الجديد؛ وبالفعل كان هذا العلم قد جرى تشجيعه من قبل علماء الجمعية الملكية مبكراً في سنوات

الـ 1680. لكن تلك التطبيقات المبكرة كانت مرغوبة، وأقرب إلى الحلم منها إلى الواقع. ومع ذلك، كان الالتزام بجعل العلم مفيداً للتجارة والصناعة قد أصبح جزءاً من العلم منذ سنوات الـ 1660 وربما قبل ذلك. وبعد عام 1700 جاءت الإيديولوجية لتختلط بالعلاقة مع الحقيقة؛ وفي نفس الوقت كان المحاضرون في بيوت القهوة في لندن يتحركون إلى المحافظات: إلى الشمال في نيوكاسل-أَبَنْ تاين في 1711-1712، ودربي في 1728؛ وإلى مدلندز وبيتربرو وستامفرد في سنوات الـ 1730. كانت الأكاديميات في المحافظات، ومدارس المنشقين غير الإنكليكان، تأخذ بحماس ذلك العلم وتنقله في محاضرات في غرف التدريس عندها. وبحلول عام 1730، وليس بالصدفة، كان أكثر من مائة محرك بخار تعمل في بريطانيا. وكما سنرى في الفصول اللاحقة، كانت الثقافة العلمية التي أعطت موقع الاعتداد والإعجاب لعلم الميكانيك قد اخترقت بريطانيا بشكل واسع وأعمق أكثر من أي مكان آخر في أوروبا.

ولا يمكن فصل المحرك البخاري عن انتشار التنوير الإنكليزي، وعن العلم الذي يقع في قلب ذلك التحول الثقافي. كان التنوير قادراً على تعزيز الصناعة بنفس السهولة التي كان قادراً فيها أن يغرس ما يشبه تقوى دماغية. كان قادراً على أن يثقف الرجال الأرستقراط وأن يعطيهم التعليمات؛ كان قادراً أيضاً على أن يجذب رجال الأعمال المبادرين في المحافظات، الذين كانوا أكثر اهتماماً في ربح رساميلهم من اهتمامهم بالتهذيب الثقافي. بالنسبة إليهم كان المحرك يعمل كرمز، وقد عمل بالفعل أيضاً، في المناجم وفي المصانع. مثل هؤلاء الرجال كانوا يملكون حساً لما كان يحدث في العالم حولهم، ولماذا كان ضرورياً أن يثقفوا أنفسهم بالعلم. كانوا يشترون الكتب العلمية ويحضرون

المحاضـــرات العلمية بأعداد متزايدة باستمرار. والسهولة التي أصبح فيها ممكـــناً تعليم العلم النيوتوني في ذلك الوقت جعلت غير ذات أهمية كل الـــصراعات الإيديولوجية والخلافات الميتافيزيقية التي كانت تهيمن قبل ذلـــك علـــى خطاب الفلسفة الطبيعية في أوروبا القرن السابع عشر. وبحلـــول عام 1720 كانت عائلة، مثل عائلة واط، قد أصبحت قادرة علـــى الاهتمام العلمي، وتصورت نفسها على أنها الرائدة لحركة ثقافية جديدة ولو كانت موضوع خلاف.

وفي أواخر القرن الثامن عشر، في ذروة الثورة الصناعية الإنكليزية، كـــان علم الميكانيك، وإيديولوجية التقدم التي كان يروجها، يبدو لقادة الـــصناعات الممكنـــنة وكأنه الرد على كل البؤس الإنساني. فهو كان سـيؤمن لهم الثروة والسلطة بشكل أبدي في الوقت الذي كان سيمحو الفقـــر المدقع الذي كان ما يزال منتشراً بين غالبية الرجال والنساء. لقد افترض الصناعيون أن "تطبيق البخار في مختلف الغايات المرغوبة لن يكون غايـــة في الصعوبة"، وبأنه سيكون هنالك آلات جديدة "بسرعات أكثر وكلفة أقل". لقد أعلنوا إيمانهم بكلمات من الأفضل أن تؤخذ من صناعي رائد كتب إلى **ماريا أدجوارث** Maria Edgeworth، التي كانت رائدة معتدلة في الحركة النسائية في مطلع القرن التاسع عشر:

> **وفي التأثير المذهل الذي كان تطبيق علم الميكانيك على أبواب تفجيره في العـــالم عندما – في انتقالنا نحن، وكذلك الكتل الضخمة من الأيدي الأخرى (أي العمـــال) – سيُخفض الزمن والمسافة والكلفة، كلها بشكل شبه كامل. وهـــذا ســـيكون مـــثاراً للـــضحك الآن، كما كان السير *ريتشارد أركرايت* Sir Richard Arkwright قـــبل نـــصف قرن من الزمن، عندما توقع أن بالات القطن والملابس سوف تنقل من هنا إلى الأنديز الشرقية[60].**

كـــان الصناعيون الجدد، مثل الـــ **ستراتس** Strutts أو **جوسيا ودجـــوود**، يمجدون علم الميكانيك. كانوا قد جعلوا أبطالاً من رجال

أعمـــال مـــبادرين مـــثل **أركرايت وواط** (عندما لم يكونوا يتنافسون معهم). كذلك فعلت عائلة واط، لقد أرسلت أولادها فقط إلى أدنبرة وغلاســـكو، إلى الجامعات وإلى الأكاديميات المنشقة (غير الإنكليكانية) حيث كانوا متأكدين أنهم سيدرسون المعارف الأحدث والأكثر تضميناً لكل ما هو جديد(61). ومسلحين بالعلم وبالتكنولوجيا الجديدة، كانوا يؤمـــنون أن مـــن الممكن "تحسين أوضاع الكتل الشعبية الكبرى من الناس، ليس في أوروبا وحدها ولكن في العالم؛ إن الجيل الجديد سرعان مـــا سيـــشكل تلك الكتلة البشرية، بعضهم سيحكم والبعض سيطيع، لكن الجميع سوف يكون لهم تأثير بطريقة أو أخرى في إدارة الأعمال والـــشؤون العامة". ومسلحين أيضاً بعلم مفصول بشكل ذي معنى، في مطلـــع القرن الثامن عشر، عن الناس واحتياجاتهم المباشرة، كان أوائل الـــصناعيين (ليس بشكل مختلف عن أخلافهم المعاصرين) يؤمنون أنهم بطريقة أو أخرى سيكونون قادرين على الحفاظ على النظام الاجتماعي الـــذي ســـيكافئهم أولاً ويغنـــيهم، في الوقت الذي يحسن فيه الوضع الإنساني عموماً.

ويعـــود هذا الحلم إلى **فرنسيس بايكون**. كان تقبله الواسع بين النخبة المثقفة قد بدأ في مطلع القرن الثامن عشر فقط، وكذلك حصل للثقافة العلمية الحديثة التي انتظمت تحت راية الإنجاز النيوتوني.

الجزء الثاني

الأساسات الثقافية-الحضارية والاجتماعية

الفصل الخامس

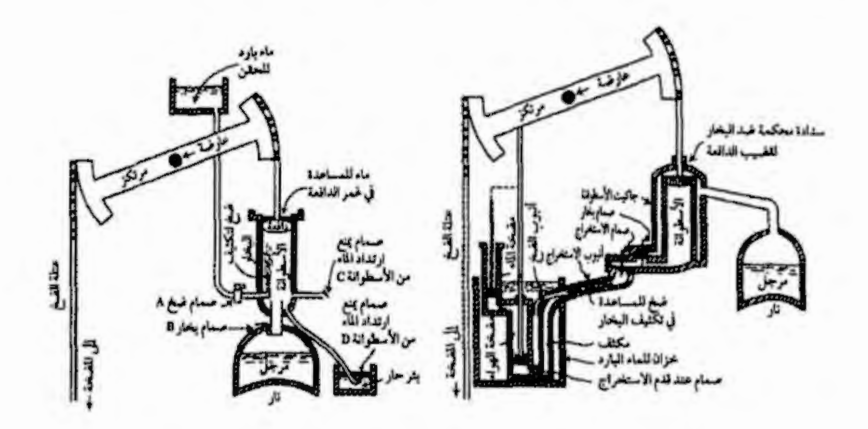
الأصول الثقافية-الحضارية للثورة الصناعية الأولى

تمهيد

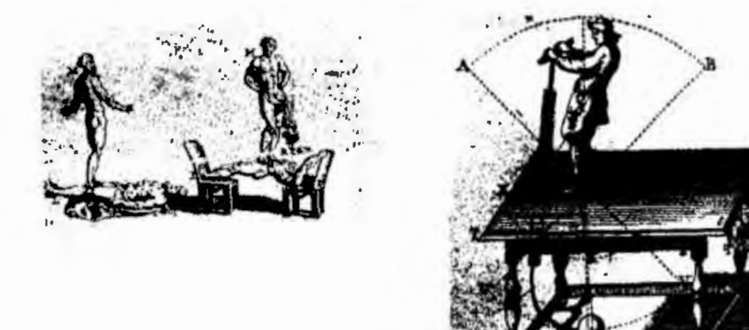
أحياناً، قد تنجح حياة واحدة أو حياة عدة أفراد ضمن عائلة واحدة في تجسيد المواضيع الرئيسية لكتاب. تلك هي الحالة مع عائلة **واط**: الأعمام والآباء والزوجات والأبناء، امتداداً على ثلاثة أجيال في اسكتلندا، ثم في انكلترا للفترة تقريباً ما بين 1700 و1800. كانوا كلهم مهتمين بالعلم؛ كلهم تحولوا ليصبحوا رجال أعمال مبادرين مستقلين، ثم تحولوا إلى الصناعة الممكننة. لقد أصبح **جايمس واط** (1736-1819) الأشهر في العالم لأنه عدل وحسن محركات البخار الأبسط للقرن الثامن عشر، وجعل منها التكنولوجيا الأكثر تقدماً في عصرها. وبتسجيل تحسيناته كبراءات اختراع عام 1775، نجحت المحركات المحسنة في أن توفر طاقة غير مسبوقة من الماء والفحم الحجري، لتحل محل الإنسان والخيل. كان بإمكان تلك المحركات أن تجفف المناجم العميقة، وتملأ بالماء موانئ مد البحر الجافة. وبعد تركيب أجهزة دوارة فيها كانت تلك المحركات تشغِّل مصانع القطن الجديدة ومصانع الفخار والتخمير. لقد أصبح محرك البخار في نفس الوقت الرمز والحقيقة لتغييرات صناعية كانت قد بدأت تُرى في سنوات الـ 1780 في مصانع النسيج، مثل القطن، كتغيرات ثورية.

وقبل أن يصبح **جايمس واط** مشهوراً على امتداد العالم، كان ابن تاجر اسكتلندي مغمور، **جايمس واط** من **چرينوك Greenock** (1698-1782) وابن أخ عمين، **جون وتوماس**. كانوا جميعاً بطريقة أو بأخرى، ممارسين للرياضيات ومطلعين على الأجهزة والآلات. أحد العمين، **جون واط**، من **كراوفردز دايك Crawfords dyke** (1687-1737)، كانت حياته قصيرة ومعانية، ترك الخطوط الأساسية لحياة قد تفعم بالحيوية أي كتاب تاريخ، إلى جانب ما هو معروف عن أقاربه الأكثر شهرة. وفي دفتر ملاحظاته المكتوب بخط اليد - والذي ورثه عن قريب له من جيل سابق، وتشارك به مع أخوه **توماس** - سجل **جون واط** الأدوات الفكرية والمفاهيمية التي تعلمها من العلماء الجدد، من **كوبرنيكوس** امتداداً إلى معاصره اللامع **إسحاق نيوتن** (توفي 1727). وقد سجل **واط** دَيْنَه للاختمار الفكري المرتبط بالثورة الإنكليزية وبالحركة التطهرية الإصلاحية، التي كانت تشق طريقها بعد عام 1660 لتصبح تمرداً. كان كل أفراد عائلة **واط** كلفينيين من نوع ما؛ وفي اسكتلندا وانكلترا كان ذلك يعني بشكل عام المذهب البرسبيتاري (المشيخية).

كانت الجذور الفكرية للثورة الصناعية بدائية في خربشات **جون واط**، حِرَفي مجهول ومدرس عصامي ورجل أعمال صغير لبعض الوقت. كنا على الأرجح لن نعرف عنه شيئاً أبداً لولا ابن أخيه، **جايمس واط**، الذي أصبح مشهوراً والذي كان محكوماً بعادة الحفاظ على الرسائل، وبالفعل حتى لكل المسودات. وفي بريطانيا، بحلول عام 1720، كما سنرى في الفصول اللاحقة، كان هنالك العديد من الحرفيين الذين تحولوا إلى مربين، مثل **جون وتوماس واط**. كانوا كلهم مجهولين، وكانوا يكتسبون عيشهم من العلوم التطبيقية والرياضيات. لم تكن أعمالهم سهلة في ذلك.



مخطط للآليات الأساسية في محرك نيوكومن الجوي (إلى اليسار)
والمكثف المستقل لـ واط (إلى اليمين)



رسم توضيحي لرجال يستخدمون العتلة والميزان لتعزيز القوة؛ مأخوذ من كتاب دزاجوليه المدرسي عن الآلات (تقدمة من مكتبة بلت في جامعة بنسلفانيا)

بطاقة أعمال جون واط - التي ما زالت موجودة - تعود إلى ما بين 1730 و1732 وتتضمن وصفاً ذاتياً له: "شاب جاء إلى منطقة الشاطئ راغباً في تدريس... الرياضيات... الجذور التربيعية والتكعيبية، وعلم المثلثات، والإبحار، وتوجيه المراكب الشراعية باستخدام أقواس الدائرة الكبرى (خطوط الطول والعرض) ومفهوم المثلثات الكروية باستخدام المجسمات الكروية، وعلم الفلك، والدباغة، وتعبير البيرة

والنبيد، ومسح الأراضي، وصنع المجسمات الكروية، وهو يدرّس هذه الأشياء إما بالحساب أو بالهندسة أو بالأجهزة". وفي التاريخ الذي كُتب به، كانت لغتها الإنكليزية قديمة، تكشف الجذور الاسكتلندية لـ **جون واط**. لكن علومه الحِرَفية كانت ضخمة، وقد استخدمها في شرح الأشياء باستخدام الأجهزة لأولئك الذين يعرفون القليل من الرياضيات. ومثل أخيه، تاجر السفن في چرينوك، أقام **جون واط** أعمالاً له في البر والبحر؛ ومثل أخيه، كان خط يده يوحي بأن الرجل كان متعلماً، ولكن بالكاد[1]. كان الارتزاق كمحاضر في العلوم عام 1730 أصعب مما كان يمكن أن يكون في 1780، عندما كان العديد من الرجال والنساء يرون قيمة مثل هذه المعرفة. لكن في ذلك الوقت، كانت مجموعة من الأجهزة العلمية تكلف حوالي 300 جنيه، وهو مبلغ لم يكن **جون واط** قادراً على رؤيته طيلة مرحلة عمله[2]. وقبل سنوات قليلة من وفاته، بعد طبع بطاقة عمله، وقع **جون واط** في متاعب مالية. نحن الآن لا نعرف السبب. وقد ورث ابن أخيه، **جايمس واط** المشهور بمحرك البخار، على الأرجح، كتبه واستخدم تمارين الرياضيات ودروس الميكانيك، عندما تعلم هو أيضاً مسح الأراضي وصنع الكرات المجسدة وأدوات قياس الزوايا.

والعم، الذي كان بالكاد قادراً على القراءة، كان قد حصّل ثقافة علمية عالية، ولكن حيثما اتفق. وإلى جانب كونه قادراً على القراءة – في ذلك الزمان كان أكثر من نصف الرجال بقليل في اسكتلندا وحتى نساء أقل كانوا قادرين على ذلك – كان لديه إلمام بتعاليم **كبلر** و**كوبرنيكوس** و**تيكو براهي** Tycho Brahe و**نيوتن**، والفلاسفة الميكانيكيين. "وقد لاحظ **كبلر** أن النبض من رجل قوي صحيح الجسم قد يضرب حوالي 4000 نبضة في الساعة... 67 نبضة في الدقيقة"، كان **واط** يدرّس –

مطلعـــاً على كيف يمكن عد النبضات وكيف يمكن لملاح في البحر لا يمـــتلك ســـاعة - تقدير الوقت التقريبـــي. أحد نصوص التمارين في الكتاب الذي كان **جون واط** يمتلكه يبدأ في سنوات الـــ 1680. وهذا أيـــضاً قد يكون، على الأرجح، قد ورثه من قريب من الجيل السابق. كان يعطي أحوال القمر، كما كان مفترضاً، من **وليم الغازي** وصولاً إلى حكم **تشارلز الثاني** (توفي عام 1685) "الذي منحه الله الحكم علينا لفترة طويلة". ثم أتت صفحة أخرى تؤرخ لميقات البدر من عام 1687 إلى 1690. وقـــد بـــدأ هذا الكتاب في زمن ما بعد الثورة الإنكليزية، خلال مرحلة إحياء الملكية والكنيسة القائمة (1660-1685).

ولإظهـــار مواقع الأرض والقمر والشمس، أعطى صانع كتاب، **واط**، في نفس الوقت النظامين الكوبرنيكي والتيكوني (نسبة إلى تيكو، براهـــي). وحـــيث أنه قد عاش بعد 1660، فقد كان ذكياً بما يكفي ليعرف أن نموذج مركزية الأرض لبطليموس، كما وصفه **ديكارت** في سنوات الـــ 1640: "قد أصبح مرفوضاً بشكل عام من كل الفلاسفة"[3]. وفي حـــين كان فلاسفة الجمعية الملكية في ذلك الزمن واثقين بما يكفي حـــول النظام الكوبرنيكي، من حيث كون الشمس هي مركز الكون، كـــان قد بقي بعض الشك لدى بعض ممارسي العلم العاديين. وبالتالي فـــإن هذا الشخص كان قد وقى رهاناته وتعلم نظام تيكو براهي الذي كـــان مـــا زال يضع الأرض في المركز مع كواكب تدور في مسارات اهليليجـــية حـــول الـــشمس. وكان قد فهم أيضاً النظام الكوبرنيكي المركـــز تمامـــاً حول الشمس، حيث الأرض والكواكب تدور حول الـــشمس. ومن أجل الملاحة كلا النظامين كان يفيد. وبالفعل، ما هو ملفـــت للنظر بالنسبة لنا هو كيف كان معلم البحارة والملاحين مطلعاً علـــى آخر النظريات حول هيكلة السماوات. ومع سنوات الـــ 1680

كـــان نظام بطليموس - الذي يضع الأرض في المركز ويجعل من أفلاك الكواكب دوائر كاملة، وكذلك الشمس - قد أصبح غير مقبول. كان الإخـــوة **واط** أفـــضل في العلم مما كانوا في التاريخ. كانت معرفتهم بـــــ **كوبرنيكوس** ضبابية، ربما مدونة من الذاكرة: "كان **كوبرنيكوس** فلكياً مشهوراً من ألمانيا، عاش عام 1500...". في الحقيقة كان بولندياً ونـــشر كتابه المشهور عام 1543. ومع ذلك، كانت تفاصيل "نظام" **كوبرنيكوس** دقيقة بما يكفي في دليل **جون واط** للعلم التطبيقي.

كـــان علم الميكانيك الجديد - الذي تطور في القرن السابع عشر مـــع علـــم الفلـــك الجديد - قد تم تشكيله في كتب مدرسية باللغة الإنكليـــزية، مكـــتوبة عموماً بعد عام 1700 من قبل أتباع لـــ **بويل وإســـحاق نيوتن**. كان هذا العلم الجديد كما رأينا، يعتمد على رؤية العـــالم - كل شيء، من الهواء والماء والأرض - مكوناً من جسيمات تمتلك وزناً ولها قياسات. بالإضافة إلى ذلك، لم يتخل منطق الميكانيك، كما كان يتطور، عن الوظيفة التقليدية للاختصاص؛ فهو أيضاً قد نظم الحـــركات المحلـــية وجعلـــها أكثر قابلية للاستخدام بمساعدة العتلات والأوزان والبكرات والحركات الدورانية.

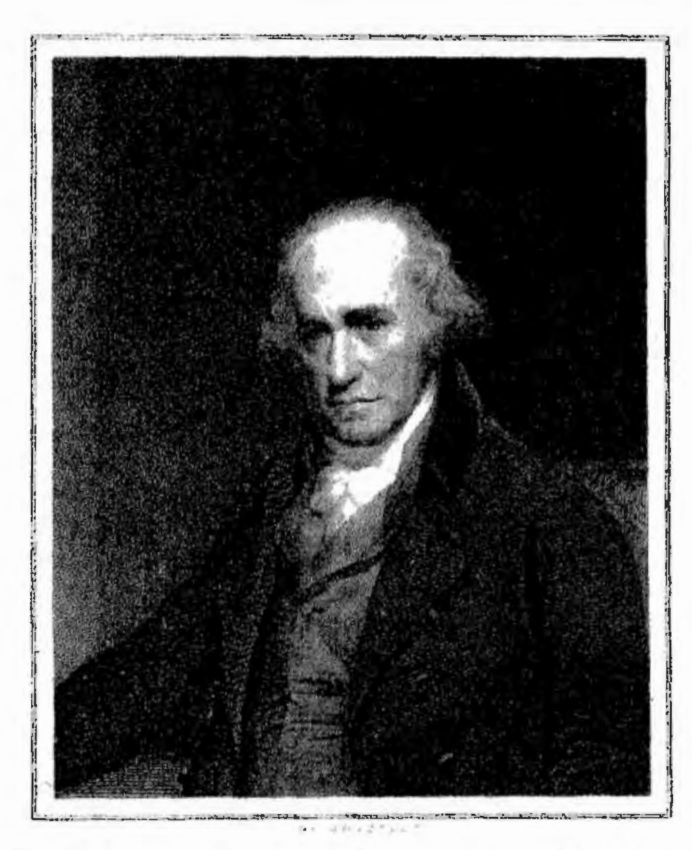
وبطريقة ما كان **جون واط** وأخوه **توماس** قد تعلما ما يكفي من الميكانـــيك الجديـــد بحـــيث قاما بوضع رسومات لاختراعات تهدف لاســـتخدامها في البحـــر لقياس المسافة التي تقطعها السفينة، وبالادعاء أنهمـــا كانـــا المخترعين. كانت تتشكل من دواليب من دوائر مختلفة القـــياس، واحـــدها يحـــرك الآخر، وتأخذ الطاقة من وزن الماء، ضد الـــدولاب الذي ينفذ إلى الخارج في البحر. وقد تم تعيير هذه الدواليب ببراعة، كل دولاب يختصر أقدام تم عبورها إلى بوصات، كما يمكن أن تقـــوم به سلسلة من الرقاصات، ويظهر الدولاب النهائي الذي وضع

علـــى جدار غرفة الربان (في عشر حركات ليد على دائرة) أن السفينة قـــد قطعـــت 10 أميال. إحدى الرسومات تحمل توقيع **توماس واط**، وكانت أكثر تطوراً: "كان الدولاب الكبير الذي يفترض أن يدور مرة كل 100 جزء من الإبحار، يحرك هو دولاباً ثانياً 6 مرات، وهذا بدوره يـــوازن دولاباً 6 مرات... والدولاب المعيار يدور مرة كل 10 مرات لكل ذلك بحيث يقطع جزءاً من عشرة كل يوم..."[4]. كان جهازاً في غايـــة الإزعاج، يسهل خربطة حركته عندما تتأرجح السفينة. وعلى الأرجح أن هذا الجهاز لم يصل أبداً إلى مرحلة براءة اختراع.

وتثبت هذه الرسومات أن الاختراعات الميكانيكية كانت تحدث في العائلـــة، وأنه مبكراً في القرن الثامن عشر كانت عائلة **واط** قادرة على التفكير بوزن الماء ومعايرة الحركات بشكل نسبـــي. كانوا أيضاً قادرين على التفكير بالجسيمات الأصغر للهواء، التي تمتلك وزناً نتيجة حـــركتها؛ كما تثبت أنهم قاموا بتمارين ليحددوا "وزن الدخان الذي ينفـــثه أي جسم محترق". وفي دفتر منفصل آخر، مؤرخ على الأرجح 1722-1723، تـــرك **جـــون واط** مقالة عن مبادئ الميكانيك مملوءة بالافتراضـــات العلمية وبالتعاريف: "إن مركز الثقل لجسم هو النقطة حيث تبقى كل الأجزاء حولها في توازن... السرعة... التي يجري فيها جـــسم ما مسافة معينة في وقت معين هي نسبة مطردة من المسافة إلى الـــزمان...". كان **واط** يدرس ميكانيك **نيوتن**، مستخدماً، ربما، مقالة بالفرنـــسية للنـــيوتوني الهولندي **زْخرافساند**. وفي نفس الكتاب مضى **واط** لتطبـــيق المـــبادئ على الثقل الذي يوازن العتلة، وإلى الدواليب، والمسننات، إلخ... كان أيضاً يقرأ اللاهوت الفيزيائي[5].

وبالرغم من أنهما درسا أحدث علم ميكانيك لزمانهما فإن أياً من العمين **واط** لم يكن لديه اليسير من الاختراعات الناجحة. ورغم أنهما

كانـــا مدرسين للميكانيك والملاحة والتحصين، والتوقعات التنجيمية، لكـــنهما ورثا أيضاً ما كان يمكن أن يكون له معنى أكثر لهما. فدفاتر الملاحظات كانت تحتوي ما كان يوصف بأنه كتابات 1681 للمنجِّم الراديكالي، **جورج پوردج** John Pordage. ما كان لدى المنجم ليقوله كـــان يمكن أن يعالج الاضطراب في حياتهما، سواء الحياة الشخصية أو كمنـــشقين في الـــسياسة. وإلا لمـــاذا قام واحد من العائلة بنقل تلك التوقعات التنجيمية؟



صورة منقوشة لـــ جايمس واط في سنوات نجاحه. تعابيره المتجهمة نوعاً ما كانت تتوافق مع حالات الإحباط الذي وصفها تكراراً في رسائله. (مهداة من مجموعة منسل)

لم يكـــن **بوردج** منجماً متمرساً عادياً. فمنذ سنوات الـــ 1650 وبعدها، كان راديكالياً في الفلسفة والسياسة معاً، من الذين وقفوا إلى جانب أعداء الملكية المطلقة وتوقع بشكل منتظم الأقدار المرعبة للملوك والحكـــام، وحتى للمصرفيين والإكليروس: "إن تلاقي الشمس والمريخ ســـيكون لـــه تأثير غريب في بعض البلدان في أوروبا، وسيلقى بعض الأمراء وآخرهم من انكلترا قدرهم الحقيقي... بعض أصحاب الأموال ســـوف يعانـــون خـــسارة، وذلك من إفلاس بعض أعظم البنوك أو المـــصرفيين في مديـــنة لندن أو حولها؛ بعض رجال الدين سيُعبس في وجوههم من قبل أميرهم"[6]. ولم تُعجب سلطات الكنيسة والدولة أبداً أمـــثال **بـــوردج** وعوالمهم، وبعد عام 1660 وضعت هذه السلطات المنـــشقين (البروتـــستانت غير الإنكليكان) خارج القانون، خصوصاً أولئك الذين انجروا لتبشيرات ترتبط بالراديكاليين أمثال **بوردج**.

كانـــت سنة 1681 سيئة بالنسبة للمنشقين، وكما نعرف الآن، وبالعـــودة إلى أي شيء يستطيع تذكره واحد من الجيل التالي، كانت عائلـــة **واط** من المنشقين. وبالرغم من أنهم كانوا أكثر في اسكتلندا البرســـبيتارية من أي مكان آخر في المملكة، فقد واجهوا الاضطهاد، كمـــا واجهوا في تلك السنة إمكان وجود ملك كاثوليكي. وفي عام 1681 كانـــت الحـــركة التي قادها حزب **الويج** لمنع **جايمس** (دوق يـــورك)، وأخـــيه **تشارلز الثاني**، من الوصول إلى العرش قد فشلت بشكل مزر. ومنذ عام 1660 كان الإكليروس المنشقين – البرسبيتاريين والكونجرجاشـــنيين Congregational والأنابتـــيين Anabebtitst والكويكـــرز – يُحبـــسون ويغـــرّمون، وكان على العديد منهم أن يهاجـــروا إلى العـــالم الجديد، أو إلى الجمهورية الهولندية. ورغم أنهم مُنحوا الحرية بعد ثورة 1689، إلا أن أشخاصاً مثل عائلة **واط** سوف

يبقون مواطنين من الدرجة الثانية على امتداد القرن الثامن عشر.

ولهذا ليس مدهشاً، أن نفس دفتر ملاحظات **واط**، وإلى جانب التوقعات، كان يتضمن معلومات ضخمة عن مستعمرة پنسلڤانيا حيث قام **وليم پنّ** والكويكرز بمنح الجميع الحرية الدينية. وحيث أنهم كانوا منشدين إلى التبشيرات المخرِّبة لـ **پوردج**، وحيث أنه كانت لديهم اهتمامات بما يجري في پنسلڤانيا، فإن ذلك كان يوحي بدرجة من الراديكالية الدينية، إن لم تكن السياسية، في جذور هذه العائلة من رجال الأعمال المبادرين. وبعد حوالي مائة سنة من ذلك سوف تظهر هذه الراديكالية مجدداً في العقد الثوري لسنوات الـ 1790، عندما سيقف أحد أحفاد أخ **جون واط**، **جايمس واط جونيور**، إلى جانب الثوار الفرنسيين.

وقبل ذلك بقرن كامل، كانت قراءة للمنجم **پوردج** مع نصوص الكتاب المقدس تشير إلى بروتستانتية تقية. وكما قال **پوردج** في توقعاته من النجوم: "نحن بذلك لا نقوم بتحوير المعنى الحقيقي للكتاب المقدس، بل نحن يُمنع علينا في الكتاب المقدس أن نكون خائفين أو مرعوبين من العلامات الآتية من السماء، بمعنى أنه إذا كان لدينا ذلك الخوف فسيكون ذلك غير منسجم مع ثقتنا بالله، أو أنه سيجعلنا نضطرب في القيام بالواجبات التي علينا القيام بها كمخلوقات للخالق العظيم". وباحث آخر في الكتاب المقدس، **إسحاق نيوتن** – الذي فضل أن يأخذ توقعاته عن الألفية السعيدة مباشرة من قراءاته، وبالتحديد كإنكليكاني – لم يكن ليكون موافقاً على ما سبق بأكثر من ذلك.

كانت مجموعة **واط** في زمان **نيوتن** توضح الطريقة التي علينا فيها أن نفهم العلم، في زمنه، على أنه خيط أسود مجدول في سجادة من

ألوان متعددة، والقماش كله مصنوع من قيم دينية وعلمانية متداخلة مع المعرفة العلمية. وعندما يكون الناس قادرين على القراءة، كانوا يمتلكون موارد تمتد من الإنجيل إلى الجداول الفلكية؛ وعندما كانوا يمتلكون إلى جانب القراءة بعض الأموال وبعض التجارة، كان يمكن لهم أن يحاولوا اعتماد طرق مختصرة في المشاريع الصناعية، باستخدام العتلات والأوزان والمحركات. نحن الآن نفصل بين العلم والدين، وبين العلم والتكنولوجيا، وبين النظريات والممارسات. لكنهم لم يفعلوا ذلك.

لقد ترك **جون واط** تراثاً من المعرفة العلمية والنضال المنتظم لم يفارق عائلة **واط** لمئات السنين. وعلى امتداد القرن الثامن عشر سوف يصل أوروبيون آخرون إلى نفس المعرفة ولكن بقيم وافتراضات مختلفة: الإخلاص للملوك أو للإكليروس الكاثوليك؛ أو عدم إعجاب أرستقراطي بالأعمال والتجارة؛ أو عين متعاطفة مع التجارة بدون اهتمام عملي بالآليات التطبيقية. ومن كل هذه الطرق، كان يمكن للعلم أن يُنسج إلى ثياب يمكن لباسها، لكن الطريقة التي قامت بها عائلة **واط** بالنسج ستبقى محور هذا الكتاب. ولم يكن نجاحهم في النجوم، رغم اهتمامهم بالتنجيم. واقتصاديات وضعهم لم تكن توحي بانتصارهم في النهاية، رغم أن ما كان لديهم من منافذ إلى رؤوس الأموال كان أساسياً بشكل واضح. وفي أواسط القرن الثامن عشر كان الاستهلاك والتجارة الدولية قد أعطيا الإنكليز سلعة ثمينة للقرن الثامن عشر، رأس المال الفائض. كان لديهم كذلك الفحم الحجري والحديد والعمالة الرخيصة. وكما سوف نرى بعد قليل، فقد امتلكوا أيضاً ثقافة علمية علينا الآن أن نضمها إلى الوضع الاقتصادي.

التحول إلى الصناعة الممكننة: وضع المهندسين والمبادرين من رجال الأعمال

تفترض النماذج الاقتصادية المحضة أنه إذا كان لدى شعب ما الفحم الحجري ورأس المال والعمالة الرخيصة فإن هذا الشعب سيرى من مصلحته الأحسن أن يتصنع. وإذا كان هنالك حاجة لأي اختصاص علمي أو لمعرفة تقنية للقيام بهذا التصنيع فإنه هذا الشعب سوف يذهب إلى حيث تتوفر هذه الحاجة للحصول عليها. ومثل هذه الجدالات - حول كيف تتغير الكائنات البشرية وكيف تتخذ القرارات، أو حتى كيف تتعرف على أية خيارات تكون متوفرة - تفترض تعريفاً محدداً لكيف يكون الناس. فإرادتهم الحرة المستحثة بمصالحهم الاقتصادية تقوم بإحداث الوضع الثقافي-الحضاري الضروري لمصالحهم، أو حيث تقوم عناصر فاعلة، متخلصة من الثقافة السائدة، بالعمل ببساطة على تجاوز العقبات التي يمكن للثقافة أن تضعها. وتعني "المنطقية" هنا أن يتم دائماً اختيار ما يجري تصوره على أنه الأفضل لصالح الشخص المعني. وإذا وُضعت بشكل فج نوعاً، وفّر لشخص ما الفرصة لتحصيل ربح - وفي هذه الحالة التصنيع - وهو سيقدّر التقدم، ويقوم بأي شيء، ويخترع ويبدع لتلبية حاجة، ويحاول ويكرر المحاولة إلى أن ينجح[7].

وما تفتقده إلى اليوم أية قصة حول عملية التصنيع المبكرة هو أي نموذج حضاري محفز ومقنع - مجموعة من القيم التي يمكن التعرف عليها؛ تجارب وأنماط من المعرفة التي يمتلكها المؤثرون الفاعلون في المجتمع - يمكن أن يقدم نفاذ بصيرة إلى كيفية تشكل العقلية الصناعية في أواخر القرن الثامن عشر[8]. وتبعاً لـ **دافيد لاندز** David Lands،

بالنسبة للغرب "كان العمل بالكاد قد بدأ على العوائق غير المنطقية التي واجهت الإبداع وعلى التأثيرات السلبية للتصرفات المؤسسية والاجتماعية والنفسية"[9]. والنموذج الاقتصادي للأفعال البشرية يعطي اهتماماً قليلاً للفوارق بين مختلف الثقافات العلمية التي برزت في القرن الثامن عشر في شمال غرب أوروبا. وهذا النموذج يوجهنا إلى اتجاهات أخرى، فقط إلى الموارد من رأس المال وعمالة رخيصة، ليفسر هذه القفزة غير العادية إلى الأمام لبريطانيا، في التعدين والنقل والتصنيع. وليس هنالك من مكان لدور الثقافة - التي تم تخيلها على أنها مشاهد باهتة كانت تحفز أو تعيق التصور الشخصي، والاختيار، أو أنها كانت تشحذ الرؤية قصيرة الأمد أو طويلة الأمد - في التفسيرات الاقتصادية التقليدية. ويسعى هذا الكتاب لمعالجة هذا النقص في معرفتنا الخاصة للمعرفة الثقافية.

إن إظهار الفوارق الملحوظة بين الثقافة العلمية التي كانت موجودة في بريطانيا مع ما كان موجوداً في فرنسا والأراضي المنخفضة يحاول أن يعيد صياغة العوالم المختلفة، حيث كان رجال الأعمال المبادرون يعيشون فعلياً. ومن هنا فإن النموذج الثقافي المقدم هنا يوحي بأن العوالم الفكرية لعبت دوراً تاريخياً كان مهماً. وفي هذا الفصل سوف نركز، تقريباً بالكامل، على بريطانيا العظمى في القرن الثامن عشر، على المؤسسات والمواقف التي لعبت لصالح الإبداع. وستستكشف الفصول اللاحقة ثقافة العلم التي كان يمكن رؤيتها في أوضاع أخرى في أوروبا الغربية. ويجب أن لا يُنظر إلى وضع التركيز على الثقافة على أنه محاولة لإحلالها محل العوامل الاقتصادية. وفي الوصف التاريخي المفصل لا بد من رؤية الحياة الثقافية والاقتصادية كما كانت تمارسها الكائنات البشرية، على أنها كانت منسوجة مع بعضها بشكل عضوي.

كـــان المهندس المدني أو الميكانيكي في بريطانيا القرن الثامن عشر يمـــثل بالكاد شخصية محترفة، كان في معظم الأحيان ذا ثقافة اكتسبها بـــشكل شخـــصي، وكان يتكيف مع طلائعيين مثل **جان دزاچولييه**، **وجـــون سميـــتون**، **وجايمس واط**؛ كان الشخصية المفتاح في الناحية الثقافـــية من القصة التي تجري مناقشتها في هذا الفصل. مدينون للثقافة العلمـــية الـــتي كانت قائمة في انكلترا حوالي 1700، استطاع هؤلاء الـــرجال أن يكتسبوا المعرفة الضرورية للقيام بالحسابات الأكثر تعقيداً، والـــتي كانت ضرورية لتحريك الأجسام الثقيلة فوق الأراضي شديدة الانحـــدار، أو إلى خـــارج مناجم الفحم الحجري العميقة التي لم يكن بالإمكان استغلالها قبل ذلك. كان على المهندسين البريطانيين، ورجال الأعمـــال المـــبادرين – الـــذين كانوا يسعون لبناء أو تحسين القنوات والمرافـــئ، واختراع محركات البخار واستخدامها – أن يكونوا قادرين علـــى فهـــم واحدهم الآخر. كان هنالك الكثير من المصالح المرتبطة بشراكة هؤلاء ما يمنع تلك الشراكة من الفشل (كما كان يحدث كثيراً بالـــرغم مـــن أفضل الجهود التي كانوا يبذلونها). كانت الثقافة العلمية المرتكـــزة حول المركّب النيوتوني توفر المصطلحات العملية التي كانت تنتشر بشكل متزايد.

وكمـــا يتبين، فقد استفاد المهندسون ورجال الأعمال المبادرون جمـــيعاً بشكل جيد من معرفة علم الميكانيك التطبيقي النيوتوني. وبعد عـــام 1687 ونـــشر *برنسيبا*، تم تنظيم علوم الميكانيك وميكانيك الهواء وميكانـــيك الـــسوائل الثابتة والسوائل المتحركة كلها، كما تم وضعها بقـــوالب منتظمة بواسطة المركّب النيوتوني. لكن المفسرين المطوّلين في القرن الثامن عشر، بدءاً بـــ **فرنسيس هوكسبـــي وجان دزاچولييه**، الـــذين كـــتبوا الكـــتب المدرسية هم الذين جعلوا المعرفة الميكانيكية

التطبيقـــية متوفـــرة بحلول عام 1750 لكل من كان قادراً على القراءة الجيدة للغة الإنكليزية، وسريعاً بعد ذلك الفرنسية والهولندية.

كان الوصول إلى المعرفة الميكانيكية الموجودة في الكتب المدرسية في غاية الأهمية، ومع ذلك فإن انتشارها في الإطار الأوروبـــي بالعمق وبكـــثافة المادة كان يختلف بشكل واسع. وبحلول سنوات الـــ 1720 كانـــت المعـــرفة الميكانيكـــية مـــرئية في بريطانيا (في كل من انكلترا واســـكتلندا) أكثر من أي بلد آخر في الغرب؛ وفي ذلك الوقت كان بريطانيون قد اخترعوا ما سماه **لاري ستيوارت** Larry Stewart "العلم الشعبـــي"[10]. أما في القارة، فقد كان انتشار المعرفة العلمية التطبيقية، النيوتونية بالتحديد، إلى الجمهور الواسع مكبوتاً بعوامل مختلفة، ولكنه لم يـــتوقف. أهـــم تلك العوامل كانت سلطة رجال الدين الكاثوليك الذين كانوا يعملون في مختلف المؤسسات التربوية التي كانت موجودة، مثلاً، في فرنسا وفي الأراضي المنخفضة النمساوية (بلجيكا).

وفي أواسط القرن الثامن عشر اندمج رجال الأعمال البريطانيون الـــصناعيون، بـــشراكة مع المهندسين، في أوضاع كانت موجودة قبل ذلك وكانت محبذة للإبداع. كانت تلك الأوضاع تتقبل عملية المحاولة والفـــشل، مـــن خلال لغة ميكانيكية مشتركة، ومن خلال تفاعل بين متساويين بشكل نسبـــي، بين المجموعتين وداخل كل مجموعة[11]، من رجال أعمال ومهندسين. كانت تلك الأوضاع، واللغة المستعملة معها، تقبل عملية المحاولة والفشل وتسمح بحصولها، لأنها كانت (وما زالت) ضـــرورية بشكل مطلق للتطور التكنولوجي. كان المهندسون محتاجين ليختبروا عملياً وباليد المواقع التي كان مقصوداً تطويرها، في حين كان المـــضاربون والـــذين يسعون للتحسين المحلي يحتاجون أيضاً أن يمتلكوا فهماً ذي معنى لعلم الميكانيك التطبيقي حتى يستطيعوا التواصل معهم.

وقد تم ذلك الفهم بالشكل الأفضل من خلال اللمس والمشاهدة للأجهزة الميكانيكية التي كانت تتوفر على طاولات الشرح على شكل نماذج تعليمية، تحاكي الأجهزة الحقيقية. كان استخدام المحرك الخطأ قد يؤدي إلى الإفلاس. كان الميكانيك التطبيقي يدرَّس من قبل محاضرين، وفي الكتب المدرسية، وعند أساتذة المدارس؛ وكان يُستخدم كلغة مشتركة عندما كانت مناجم الفحم تحتاج للتجفيف، أو الموانئ تحتاج لتنظيفها من الوحل المتراكم، أو القنوات تحتاج للبناء؛ أو عندما يكون هنالك حاجة لنقل المعرفة الميكانيكية من صناعة لأخرى. وكما رأينا في دفاتر ملاحظات **جون واط**، كانت الكتب المدرسية للعلم التطبيقي في القرن الثامن عشر تنزلق بسهولة إلى شرح التكنولوجيا، وإذا لم يكن لشيء فحتى يتم التوضيح، بالأوزان والبكرات، لمبادئ الحركة المحلية وكيف يمكن ربطها بحركة الكواكب. نحن نستطيع أن نعود بتاريخ التطور الصناعي الذي كانت تغذيه تكنولوجيا الطاقة ولعقود قبل ذلك؛ حيث كانت أولوياته متضمنة في الكتب المدرسية النيوتونية التي كانت متوفرة لأولئك الذين كانوا يعرفون القراءة.

لقد افترض المؤرخون في الماضي أن "معظم العناصر الفنية والعلمية والتنظيمية البريطانية كانت ملكاً عالمياً قبل عام 1750"[12]. لكن البرهان الذي يمكن استنتاجه من مواقع التعليم المنتظم وغير المنتظم، من روتردام إلى ليون، يوحي بأن الانتشار في القارة الأوروبية لثقافة الميكانيك التطبيقي كان عشوائياً ومتقطعاً وغير منتظم أكثر مما كان متخيلاً قبل الآن. وفي بعض الحالات الأوروبية نجد أن العنصر العلمي - الذي كان يمكن تعريفه بأنه مجموعة من القوانين التي كان يمكن حفظها أو التي كانت مصاغة بشكل رياضي - كان موجوداً، لكن العناصر الفنية والظروف التنظيمية كانت تختلف كثيراً: التعلم غير

المنتظم؛ والإيضاحات الميكانيكية؛ والأجهزة العملية التي يمكن استخدامها باليد؛ والجمعيات الفلسفية ذات التساوي النسبي بين أعضائها، وكذلك "التغليف" الثقافي للعلم.

بالإضافة إلى ذلك، كانت الثقافة العلمية البريطانية ترتكز على: حرية نسبية للصحافة، وعلى حقوق الملكية الفكرية، وعلى توقعات أصحاب الأراضي والتجار، وعلى حيوية مجتمع مدني على شكل جمعيات تطوعية للتعلم الذاتي والتحسن. وفي بريطانيا مطلع القرن الثامن عشر، كانت تلك التحولات الهيكلية تعمل لصالح العلماء والتجار ذوي الفكر التطبيقي والاهتمام الصناعي. وباستخدام العلم النيوتوني المأخوذ من تلك الأجزاء في *برنسبا* ذات العلاقة بالنظريات الميكانيكية للحركة المحلية، كان العلماء يُحدِثون - والتجار يستهلكون - المناهج والكتب التي يمكن تطبيقها في الإبداعات التكنولوجية. وفي بعض الحالات كان المهندسون العلميون يطورون المضخات ومحركات البخار، التي كانت تهدف بشكل محدد، ومبكراً منذ عام 1710، أن تمكّن "رجلاً واحداً من القيام بعمل ألف رجل" وكانت تستهدف سوق رجال الأعمال المبادرين[13].

وفي الجمعية الملكية في لندن - ولكن بشكل خاص في العديد من الجمعيات العلمية والفلسفية في المحافظات، من سپالدنغ إلى برمنغهام ودربيشاير - كانت المعرفة الميكانيكية هي الجزء المركزي في النقاشات والعروض العملية والمحاضرات. وفي بيئة من التعليم العلمي التجريبي المنتظم - ولكن بنفس الأهمية كانت المؤسسات التطبيقية لهذا العلم - جاء رجال الأعمال المبادرون للقرن الثامن عشر، وأولئك الذين كانوا سيصبحون مهندسين، والوكلاء الحكوميون، والحكام المحليون وحتى الحرفيون الماهرون؛ كانوا كلهم يواجهون خيارات اقتصادية وتكنولوجية، وكانوا متقبلين لنظم المعرفة الجديدة التي كانت تعد بحلول جديدة.

كانت الطريق للخروج من *برنسبا* (1687) إلى مناجم الفحم في دربيشاير، أو إلى القنوات في مدلندز، مرسومة من قبل المفسرين المطولين النيوتونيين الذين جعلوا تطبيق علم الميكانيك طبيعياً تماماً بقدر ما كان التناغم والنظام في نظام **نيوتن** الرياضي العظيم[14]. وكما سنرى في الفصل التاسع - عندما سنتفحص الأوضاع العامة البريطانية المختلفة، مثل مناجم الفحم، أو نختار تقصيات للجان البرلمانية في مخططات تقدم بها مهندسون أو شركات قنوات خاصة - بعد عام 1750 كان المواطنون المدنيون ذوو المعرفة التقنية يتواصلون مع المهندسين المدنيين من خلال تراث علمي مشترك[15]. كان كونهم الثقافي قد شكّل "رأس المال الفكري" **للثورة الصناعية الأولى**[16].

وتركز المقاربة الثقافية ليس ببساطة فقط على المكوّن الفكري في الوضع البريطاني، وعلى الكتب والمحاضرات، ولكن أيضاً على طبيعة ذلك الوضع العامة والاجتماعية، وكيف ومن قِبَل من كان يتم استيعابه واستخدامه. كانت الجمعيات العلمية البريطانية مملوءة برجال لهم أراض، وبرجال أعمال ومال. كانوا يجعلون العلم إبداعياً في التطبيق، ولكن ليس بالضرورة في إنجازات أصيلة. كان الوضع العملي البريطاني الاجتماعي والثقافي بعد **نيوتن** يساعد في تفسير الغياب النسبي للإبداع الأصيل مقارنة بالعلم الفرنسي[17]. وعندما نلاحظ الطابع الأرستقراطي للمؤسسات العلمية الفرنسية، ونتفحص كيف أن ذلك الطابع كان يدعم التوجه النظري والرياضي (كما سنرى بتفصيل أكثر في الفصل الثامن)، فإننا سنبرز النموذج البريطاني بمعالمه المجسدة الحادة[18].

وضمن الإطار التطبيقي للتقاليد الميكانيكية النيوتونية يقوم تأكيد خاص على التجريبية الميكانيكية، والاستعراض المرئي المباشر باستخدام العتلات والأوزان والبكرات، وصنع نماذج مصغرة للمحركات توضع

علـــى الطاولـــة، وغير ذلك. وعند التوجه إلى التطبيق، كان الأسلوب العملي والمتقصي ذا أهمية حرجة في تشجيع التنمية الصناعية. كان يربط العلـــم بالآلات وكذلك بمنهج يسهُل الوصول إليه واستخدامه من قبل التقنـــيين والمهندســـين الذين تقبلوا بحماس الانتظام وأسلوب التطبيق والتحقق من الصلاحية. وبدورهم قام هؤلاء بجلب هذه الممارسات إلى حـــل الإشـــكالات التكنولوجية. ومثل هؤلاء الرجال كان بالإمكان ببـــساطة أن لا يفهموا التمييز الحاد الذي برز في الأزمنة الحالية بين ما هو علمي وما هو تكنولوجي.

ورسالة في عام 1887، من مهندس مدني، **جون سميتون**، إلى **جايمس واط** حول محركه البخاري، توضح التفاعل بين المنهج العلمي الذي يحتمل التجـــربة والخطـــأ في الإبداع الصناعي، وكذلك، وليس أقله، مع الربح. وكجـــزء مـــن طريقته العادية في الشرح، يشرح **سميتون** أنه "لجعل نفسي متمكناً من الموضوع، قررت مباشرة أن أبني محركاً صغيراً في البيت، بحيث يمكـــنني بسهولة تحويله إلى مختلف أشكال التجارب العملية... وقد قررت مـــتابعة نـــياتي الأصلية في البحث عن المنطقية الحقيقية حتى النهاية... وفي الواقـــع... لم يكن لديّ شيء أرتكز عليه، لأداء فعلي – يرتكز على تجربة جيدة ومثبتة – لأي من محركاتك... يثبت إذا كنتَ قادراً على أن تبين لي تجربة واضحة... أعتقد أنه ليس هنالك أية مشكلة في أن أذهب إلى **سوهو** (مشغل **واط**) لهذا الغرض حتى أراها"[19]. وإذا كان **سميتون** قد اقتنع بقيمة إبداع **واط**، فعندها سيكون ممكناً وضع خطط أو استشارات كان **سميتون** مكلفاً بها من قبل مطوري القنوات والمناجم.

وبهـــذه المـــناهج المنـــتظمة في التحقق والتكرار كان المهندسون البريطانيون يتصورون أنفسهم علميين أو مقلدين لهؤلاء العلميين. كانوا قـــادرين أن ينتقلوا من المعرفة العملية للآلات إلى تطبيق النظريات التي

يمكـــن أخـــذها من علوم الميكانيك والسوائل المستقرة وحركة الهواء. بالإضـــافة إلى ذلـــك كانت العلوم والرياضيات تشغل أوقات تساليهم والتربية المطلقة لأولادهم، وكانوا يشترون الكتب والأجهزة في مختلف الميادين، من علم البصريات إلى علم الفلك إلى التلسكوبات[20].

في بعض بيوت الطبقة المتوسطة، كانت المعرفة التقنية مشتركة بين الزوج والزوجة، كما توضحه الرسائل بين **جايمس** وآني **واط**[21]. كان قد اخترع مكثّفاً مستقلاً لمحرك البخار؛ وكانت هي كيميائية مستقلة في ذاتها، وكانت تعمل على تحسين تقنيات تبييض القماش كيميائياً، كما كانـــت تعمـــل علـــى تكـــرار تجـــارب الكيميائي الفرنسي **برتوليه** Berthollet، الـــذي كـــان قـــد أنتج غاز الكلور[22]. ويمكن تحويل مشاركة النساء في الثقافة العلمية إلى مؤشر مهم على مدى انتشار هذه الـــثقافة، إذا أخذنا بالاعتبار وضعهن غير المتساوي على امتداد الغرب مقارنـــة بالـــرجال. وابتداءً من سنوات الـــ 1730، وبعد ذلك، كان هـــنالك جهـــد على امتداد أوروبا، يقوده النيوتونيون - مثل الإيطالي **فرنسيسكو ألجاروني** Francesco Algaroni - لإيجاد جمهور مستمع للعلـــم مـــن النساء. وظهرت دوريات بريطانية موجهة بشكل خاص لجعـــل العلم متيسراً للنساء. وربما كان لهذا علاقة ما بفائض رأس المال الـــذي كان متوفراً لديهن. وقد ذكر دليل لسوق الأسهم في لندن عام 1775 أن مـــتعاملين بالأســـهم قد بدأوا يظهرون لمساعدة النساء على الاســـتثمار في ســـوق الأســـهم ولتمثيلهن في أرض السوق[23]. وفي بـــرمنغهام، حـــيث عاشت عائلة **واط**، ظهر علم الميكانيك في مناهج مدارس البنات ابتداءً من سنوات الـــ 1780[24].

وبحلـــول أعـــوام الـــ 1780 كانت كثرة من البنات في برمنغهام تأتين من عوائل حيث التصنيع والآلات تناقش بشكل عام. كان يمكن

وصـــف الحالـــة الفكرية لمثل هؤلاء الميكانيكيين أو المهندسين، الذين كانت لديهم اهتمامات المبادرة في الأعمال، بالشكل الأفضل على ألها انـــدماج بين العلم النظري والحرفة المهنية عالية المهارة. كانوا يعرفون الآلات لأهم صنعوها، أو لأهم قاموا بتفحصها عن قرب؛ وما هو مهم مـــن مـــنظورنا، هو أهم كانوا يعرفون أن تلك الآلات كانت تشتغل بالـــشكل الأفـــضل عـــندما يأخذون بالاعتبار المبادئ الميكانيكية التي يتعلموها من النظريات الأساسية في علوم الميكانيك والسوائل المستقرة والديناميـــك. وبعد أن يتعلموها، كان يمكن لتلك النظريات أن توضع علـــى حدة، طالما بقيت لديهم المهارة الأساسية في شغل المعادن أو في الرياضيات. كما ذكر المهندس العظيم **وليم جاسوب** William Jessop لموظفيه الحشريين في جمعية برستول للتجار المغامرين: في مطلع حياتي. بذلت جهداً لأجعل نفسي مطلعاً على تلك المبادئ (كيفية جريان الماء فوق مساقط المياه)، وعندما أصبحتُ مقتنعاً بالنتيجة، قمت، كما يفعل معظم الرجال العمليين، بتفريغ ذاكرتي بطريقة ما من **النظرية**، وأخذت أكتفـــي بالرجوع إلى بعض القواعد العملية التي تم استنتاجها من تلك المبادئ، والتي تم تصحيحها بالتجربة والمراقبة"[25]. كان المرء يحتاج إلى المـــبادئ وإلى الممارســـة أيضاً. وكما وضعه **ماثيو بولتن**، على الرجل العامل الجيد أن "يكون لديه الدماغ والأيدي أيضاً". وكما قاله مدرِّس فيـــزياء فرنسي محبط في سنوات الـــ 1790 عندما كانت مدرسته أفقر مـــن أن تـــشتري الآلات والأجهزة: "هنا سيكون من المستحيل توفير الأرقـــام الرياضية بغياب الآلات... فالأوصاف الشفهية هي فعلياً غير كافـــية في العلوم، حيث لا يمكن للمرء أن يدرِّس إلا بالتجارب العملية المستمرة بالأجهزة". أو كما وضعه مدرِّس آخر – في نفس نظام التعليم الـــوطني الرسمـــي للمدارس الثانوية – بدون آلات "أنا أتقلص إلى تعليم

النظــرية فقط"[26]. وفي واحدة أخرى من هذه المدارس المماثلة، حيث الالتـــزام بإدخال التطبيقات الصناعية قد أصبح جزءاً من الإيديولوجيا الــثورية، كانــت التــرجمات الفرنــسية للكتب المدرسية الإنكليزية لـــ **دزاچوليــيه** لــسنوات الــ 1740 تستخدم في أواخر سنوات الــ 1790.

وتماماً في سنوات الــ 1790، عندما كان الفرنسيون يعملون على جعــل نظــامهم التربوي أقرب إلى النموذج البريطاني، كانت جمعية المهندسين المدنيين قد أُسست في لندن. كانت تجسد الزواج بين النظرية والتطبــيق، وهــو مــا كان يروج له الإصلاحيون والصناعيون على جانبـــي قناة المانش[27]. كانت العضوية في جمعية المهندسين المدنيين تــتألف مـــن فـــئة أولى من المهندسين، ومن فئة ثانية من "السادة... المتمكنين من **النظرية والتطبيق**، في عدد من فروع العلم الضرورية لمهنة المهـــندس المدني"، وفئة ثالثة من "مختلف الحرفيين والفنيين الذين كانت مهـــنهم أو وظائفهم ضرورية ومفيدة... للهندسة المدنية". وضمن كل فـــئة، كان هنالك رجال سوف نلقاهم فيما بعد: في الفئة الأولى، **جايمس واط وولـــيم جاسپ**، كمهندسين مدنيين (من بين سبعة غيرهم)؛ وفي الفـــئة الثانية **ماثيو بولتن**، شريك **واط**، من أصول أرستقراطية، وسير **جوزيـــف بانكس** Joseph Banks، رئيس الجمعية الملكية؛ وفي الفئة الثالـــثة كان هنالك رجال لا بد من كتابة كتاب آخر عنهم: جغرافي واحد، واثنين من صانعي الأجهزة، وماسح أراض، ومركّب طواحين، وصـــانع محـــرك، وصاحب مطبعة. ورغم أنهم كانوا في "فئات" مختلفة (داخل الجمعية وفي المجتمع الأوسع خارجها أيضاً)، إلا أنهم جميعاً كانوا يتـــشاركون في لغـــة تقنية واحدة، تلك التي ساهمت الأدلة الميكانيكية والكـــتب المدرســـية علـــى ترميزها ونشرها. فقط في الجمعية، كان

المهندسون يأتون متقدمين على من هم أفضل منهم في الرتبة الأرستقراطية. وفي سنوات الـ 1790، أصبح المهندسون القادة في الصناعات الجديدة البازغة.

كان علم الميكانيك التطبيقي يتطلب بعض التدريب الرياضي، خصوصاً في علم الهندسة الأساسية. وكما يوحي به البرهان البريطاني، كان كل المهندسين ورجال الأعمال المبادرين يحتاجونه (علم الهندسة)، لكنهم كانوا يحتاجون أيضاً عمالاً مهرة في مواقع صناعاتهم. كانوا، بكلمات **ماثيو بولتن**، "يستطيعون الصهر والبرد والتقليب والتجميع لعمل يكون سليماً من الوجهة الرياضية"[28]. كان الرجال الذين يمتلكون معرفة رياضية نادرين في كل مكان، ولكنهم كانوا أندر في القارة حيث لم يكن تعليم الرياضيات قد اخترق بعمق إلى الجمهور العام، كما جرى في بريطانيا[29]. كانت المدارس البريطانية تدرّس الرياضيات الأساسية، مثل الجبر والهندسة ومسح الأراضي وعلم الميكانيك وعلم الفلك، في بعض الحالات مبكراً من سنوات الـ 1720. كانت النصوص الحسابية والرياضية قد تضاعفت في النصف الأول من القرن، وبلغ عددها الذروة في سنوات الـ 1740[30]. وعندما أعطى المهندس **جايمس واط** تعليماته إلى ابنه حول تعليمه، قال له إن "الهندسة والجبر مع علم الحساب عموماً هي أسس كل علم مفيد، وبدون معرفة كاملة لها لا تكون الفلسفة الطبيعية سوى تسلية، وبدونها يكون الحس الأعم بالأعمال متعباً"[31]. كان يريده أيضاً أن يتمكن من الفيزياء وعلم الميكانيك إلى جانب مسك الدفاتر[32].

كانت المعرفة الميكانيكية والرياضية التي تملّكها المهندسون البريطانيون ورجال الأعمال المبادرون، وحتى الحرفيون مثل أولئك الذين انتموا إلى جمعية المهندسين المدنيين، تأتي من مواد تعليمية يعطيها

المحاضرون المتنقلون؛ ومن دراسات صبورة للكتب المدرسية المبنية على *برنسبيا*؛ ومن أدلة للميكانيك العملي، أو من كتب مدرسية كانت تستخدم في الأكاديميات الخاصة الموجهة للحرفيين؛ أو من حضور منتظم في أعمال جمعيات تطوعية مثل جمعية لونر(*) Lunar في برمنغهام، و**الجمعية الأدبية والفلسفية** في مانشستر، وحتى الجمعية الملكية في لندن[33]. وفي دائرة محاضرات وحدها، كان **دزاچولييه** يتوجه إلى مئات من الرجال والنساء كل سنة، من الذين كانوا يحضرون مواد تدريسية لمدة عشرة أسابيع، عموماً بكلفة جنيهين. وهذا النيوتوني الأشهر لسنوات الـ 1720 والـ 1730، والذي كان سابقاً التجريبي الرسمي للجمعية الملكية، جمع في النهاية نصوصه مع بعض ونشرها في كتاب *المقرر في الفلسفة التجريبية A Course of Experimental Philosophy* (1744، بعد توسيعه من نسخة 1734). كان الكتاب يضع مجمَّع المعرفة الميكانيكية الجديدة في مجلدين ضخمين مع رسوم توضيحية جميلة. ويبدأ المجلدان بحساب المسافة المطلوبة لمعادلة وزنين متباينين موازيين على عارضة، ثم يمضيان إلى العتلات والأوزان والبكرات والمضخات ومحركات البخار، وينتهيان بوصف كلامي وبرسوم للكون النيوتوني كما يتم تفسيره بشكل مطول بقانون التثاقل الكوني. كان النفاذ البريطاني إلى المعرفة الميكانيكية الجديدة يوضع بشكل ملموس. كان حرفي شاب مثل **جون واط** يمتلك - مبكراً منذ سنوات الـ 1720 - معرفة مفيدة جيدة من الرياضيات البدائية والميكانيك[34]. وبشكل مماثل كان معلم مدرسة في بريستول، في نفس الفترة، يعطي تلاميذه الناشئة

(*) Lunar Society: جمعية اجتماعية راقية للصناعيين البارزين، والفلاسفة الطبيعيين والمثقفين، كانوا يلتقون بانتظام في برملغهام ما بين 1765 و1813. وقد أخذت اسمها (القمر) لأنها كانت تجتمع عند اكتمال البدر. [المترجم]

"قطاراً من التعاريف تبعاً لفلسفة **نيوتن**"[35]. وحتى أوكسفورد وكامبريدج كانتا تدرسان الميكانيك النيوتوني والرياضيات الأساسية للسادة الشباب، في حين كانت الأكاديميات المنشقة مراتع خصبة للمعرفة العلمية على امتداد معظم القرن[36].

النساء وثقافة العلم العملي

إذا نظرنا إلى عملية التصنيع على أنها سلسلة من التطبيقات الثقافية المرتبة التي تعتمد على المعرفة والتقنية، عندها يمكن اعتبار أنها كانت مغامرة ذكورية بالكامل. لكن التاريخ الثقافي للثورة الصناعية الأولى لا يمكن تصنيفه ضمن الصفة الذكورية بالكامل. وعلينا أن لا نتغافل عن التصرفات والقيم التي كانت نساء عام 1800 قد بدأن يجلبنها إلى المعرفة العلمية. وهنالك صعوبة في الوصول إلى تلك التصرفات والقيم النسائية، لأن النصوص المنشورة المتعلقة بشكل مباشر بتعليم الميكانيكيين ورجال الأعمال المبادرين كانت بشكل ساحق من إنتاج رجال. وإذا وضعنا جانباً بعض الدوريات، مثل *المراقبة النسائية* *Female Spectator*، وحضور النساء المعروف في المحاضرات العلمية التعليمية في علم الميكانيك والكهرباء، واشتراكهن في وضع الملاحظات المذيلة في الكتب المدرسية، فإن دورهن المستقل في الحياة الاقتصادية لم يكن مرئياً. وحتى **آني واط**، فإنها بقيت إلى درجة كبيرة مختفية عن العيون، ورسائلها الخاصة لم تكشف إلا اليوم كم كانت نشيطة في حياة أعمال **جايمس واط**.

ولكنه من الأسهل اختراق الصمت النسبي حول مشاركة النساء في مطلع القرن الثامن عشر. فقد كسرت هذا الصمت **مارغريت بريان** Margaret Bryan بنشرها كتاباً مدرسياً عن الميكانيك، *محاضرات*

في الفلـــسفة الطبيعية: نتيجة سنوات عديدة من التجربة العملية لحقائق موضحة *Lectures on Natural Philosophy: The Result of Many Years' Practical Experience of the Facts Elucidated* (1806). وقـــد تنامى هذا الكتاب من سنواها كمديرة لمدرسة للبنات خـــارج لـــندن. وقائمـــة المشتركين الذين وضعوا أموالاً لتمويل نشر الكـــتاب كانـــت مليـــئة بأسمـــاء من النخبة النسائية الأرستقراطية، وكـــذلك العديدات من النساء غير المتزوجات اللواتي كانت عناوينهن في لـــندن توحي بالغنى. لكن كانت هنالك أيضاً مشتركات لا نعرف عـــنهن الكـــثير. وكـــان الكـــتاب مهـــدى للأميرة **شارلوت أف ويلـــز** Charlotte of Wales، وإلى الفيلسوف الطبيعي **تشارلز هوتن** Charles Hutton الذي شجع المشروع. وهنالك الكثير من اللاهوت الفيزيائـــي في الكتاب، أكثر مما كان في العادة في كتب مماثلة للرجال؛ وكـــان هدفه الصريح تسليح السيدات، وكل القراء، "بتعويذة دائمة" يمكنها "أن تحمي مبادئك الدينية والأخلاقية ضد كل البدع"[37]. كانت حقائـــق الدين والفلسفة الطبيعية تمتلك جاذبية عميقة، أو هكذا كان الكـــتاب يجادل، وكان هدف النص أن يعلم البنات الفيزياء، وكذلك "أن يطـــبع في أذهـــاهن المعنى الحق للصفات المميزة للألوهية". ولكن كـــنموذج للرؤية الصناعية الجديدة، كانت نية **بريان** "ليس أن تكون ميكانيكية فقط، ولكن علمية حقيقية". ولهذا فقد كان عليها أن تجمع بـــين "النظريات والتوضيحات العملية". وهي قدمت نفسها على ألها "عاكـــسة فقط للضوء الذاتي للعبقرية العليا وللمعرفة الواسعة المكتسبة" الـــتي تتـــرجم وتنسق المعرفة لكل إنسان بدون "طاقة رياضية معمقة". كـــان الكتّاب والمحاضرون الذكور كثيراً ما يقولون نفس الشيء. وقد اعتـــرفت بكولها من أتباع صيغة **وليم پالي** William Paley للاهوت

الطبيعي. وكان الأخير يقف ضمن تقليد طويل لرجال الدين النيوتونيين، بدءاً من **صمويل كلارك**[38]، وللرجل [كانوا في هذا التقليد] يستخدمون الكون النيوتوني لتوضيح عناية الخالق وبركته.

ومثل **هاكسبي ودزاجوليبه**، وقبلها بحوالي قرن، تبدأ **مارغريت بريان** بتعاريف **نيوتن** للمادة والجاذبية، في عملية لتعريف الطلبة بتاريخ العلم الجديد، بدءاً بـ **غاليليو** ومنه إلى **بويل ونيوتن**. ثم تنتقل بعد ذلك إلى النار، والتبخر والبخار. والمحرك البخاري الذي وصفته في كتابها لم يكن بأي معيار الأفضل في ذلك الوقت، كان محرك **سافري**. لكن محرك البخار كان مستعرضاً كأداة للتقدم: "فلولا هذه الآلة لم يكن بإمكاننا أبداً أن نتمتع بميزات وقود الفحم في زمننا؛ حيث أن أسلافنا كانوا يحفرون الحفر بالقدر الذي كانوا قادرين عليه". وكما هو متوقع، يلي ذلك مباشرة العتلات والأوزان والبكرات، ثم ينتهي بالميكانيك مع النتيجة بـ *"عن الرجل كآلة"*، وهو وصف، بالرغم من عنوانه الذي يعطي انطباعاً مادياً، فإنه ينسب الآلية الرائعة لجسم الإنسان إلى الإبداع الإلهي. ومن هناك تمضي إلى مضخة الهواء، والضغط الجوي، وعلم ميكانيك الهواء بشكل عام، ثم علم السوائل الساكنة والسوائل المتحركة، والمغناطيس والكهرباء والبصريات وعلم الفلك (والتي كتبت عنه بعد ذلك كتاباً كاملاً)؛ وكل ذلك كان موضحاً بإثباتات تجريبية. وكانت التعليمات العلمية مؤطرة بمحاضرة تبشيرية عن الرواقية والطاعة والبهجة والمحبة والواجب. كل منها يقف في خدمة التهذيب.

وبحلول عام 1800، كانت الرؤية الميكانيكية البريطانية قد والفت بشكل أنيق بين الطبيعة والأخلاق الاقتصادية التي كانت تستهدف القراء الشباب الذكور والإناث معاً، من أصول دنيا أو أرستقراطية[39].

وكان المدرسون يربطون بشكل روتيني تلك الرؤية بالعظمة الوطنية التي تمثلت بعقود من التقدم التكنولوجي. وعندما يسعى المؤرخون اليوم لفهم صعود الوطنية البريطانية، لا بد من إضافة نجاح علم الميكانيك إلى النقاش. فعندما تم أسر جنود بريطانيين من قبل الفرنسيين خلال حروب نابليون كانوا يُستجوَبون عن صناعاتهم وعن معارفهم الميكانيكية[40]. وقد جاءت هذه المعرفة من ثقافة علمية استمرت لقرن، وكان يروج لها من قبل رجال الدين والعلماء البروتستانت. وبحلول سنوات الـ 1790 حتى الجنود المشاة كانوا قد أصبحوا قادرين على امتلاكها. كانت الثقافة العلمية، كتلك التي قدمتها **مارغريت بريان**، تعطي فخراً وطنياً لبنات وأبناء رجال كانوا ينتمون، من أية طبقة أتوا، إلى جمعية المهندسين المدنيين.

كانت كاتبة الروايات الإنكليزية-الإيرلندية والنسوية المعتدلة، **ماريا أدجوَرث**، واحدة من أولئك البنات. كان والدها **رتشارد أدجورث**، راعيها وصديقها، ينتسب إلى جمعية المهندسين المدنيين التي أسست في لندن، وكذلك إلى **جمعية لولر** في برمنغهام؛ وقد كان الوالد والابنة كليهما يحترمان المعرفة العلمية وفائدتها[41]. وقد اعتبرا الصناعة والعلم التطبيقي على أنهما العربات للتحسين، خصوصاً إذا كان يمكن أن يتعلمهما الإيرلنديون "المتخلفون" الذين يستأجرون أملاكهما، عندما تقودهم نخبة متعلمة وممارسة، ولكن بروتستانتية. وقد توقع **رتشارد أدجورث** عام 1813 أن "يصبح البخار لورداً عالمياً، وبأننا سنكون، مع الوقت، محتقِرين للخيل"[42]. ورغم أن **وليم سترات** من عائلة **دربيشاير** الصناعية قد أبلغ **ماريا أدجورث** بأن التعلم الميكانيكي كان عملاً قذراً بالنسبة للنساء، لكنه قال لها إن ذلك لم يكن لينتقص من قدراتهن: "لا بد من إبعاد النساء... عن الميكانيك

والكيميـــاء، لأن الأفكار الدقيقة عن الموضوع نادراً ما يمكن الحصول علـــيها بدون توسيخ أشخاصهن، لكن في قضايا أخرى يمكن أن يكنّ منافسات"[43]. وكسيدة صالونات، كان يمكنها أن تكون الأولى لتوافق على هذا الرأي. فروايالها، مثل *بلندا Belenda* (1801)، رسمت التودد للنـــساء علـــى أنه رذيلة، والاستفادة من العلم على أنه فضيلة؛ كانت مراســلتها الخاصة مع عائلة **واط** تظهر اهتمامها الجاد في أجهزة البناء والـــبخار. وقـــد امتد حماسها إلى رغبتها في أن تصبح بين الأوائل في تجريب الركوب في مركب البخار الجديد، من هوليهد إلى دبلن، رغم أنهـــا أخذت الاحتياط لتكتب لـــ **جايمس واط جونير**، تسأله إذا كان يظـــن أن الـــرحلة آمنة. وربما مثل هذه المعرفة بالعمليات الميكانيكية قـــد قـــادت سيدة أكثر راديكالية في نسويتها، **ماري ولستونكرافت** Mary Wollstonecraft، لتجادل عام 1792، في كتابها المشهور *الدفاع عن حقوق المرأة Vindication of the Rights of Woman*، أنه الآن تعـــيش النساء في عصر حيث ليس من ضرورة لأن تسيطر القوة الفظة على المجتمع.

الجدل الثقافي مختصراً

كانـــت الجذور الثقافية للتكنولوجيا الصناعية في بريطانيا طويلة وعميقة ومبكرة ما سمح لها بالتكاثر. وبحلول عام 1800 كانت المعرفة العلمـــية قـــد تعممـــت لدرجـــة جعلتها تغذي مخيلة رجال الأعمال البريطانيين المبادرين ودعاة مساواة المرأة على حد سواء. كانت الجمعية الملكية في لندن تناقش، مبكراً منذ سنوات الـــ 1680، قيمة الآلات في تـــوفير العمالة. ومع ذلك، ولكي يحصل مخترع أو رجل أعمال مبادر علـــى براءة اختراع في بريطانيا، كان عليه أن يثبت للسلطات المنحازة

بشكل ساحق للعمال، أن اختراعه يمكنه أن يجد فرص عمل لفقير، وألا يكـــون الهدف منه تعزيز الربح بتخفيض تكاليف العمالة[44]. وبالفعل فإن كتاب **دزاچوليبيه** المدرسي، عام 1744، عن علم الميكانيك – أثناء نقاشـــه لمحرك البخار – كان يتضمن أول لحظة قام عندها أي إنسان، وبأيـــة لغة كان يكتب، بالكتابة بشكل واضح في شيء مطبوع (الجزء الـــثاني) عـــن الاستشراف النقدي الذي يقول إن المكننة التي يقوم بها المهندسون يمكنها أن تعزز ربح رجال الأعمال المبادرين، بالتحديد، من خـــلال تخفـــيض كلفـــة العمالة. كان فهم **دزاچوليبيه** بأن الممارسة الصناعية لرجال الأعمال كانت تنسجم مع ما كان المنظرون الإنكليز في الاقتصاد السياسي، في مطلع القرن السابع عشر – مثل **وليم پتي** – قـــد شرحوه. كانوا ينظرون إلى السوق على أنه نموذج لحرية الإنسان. لكـــنهم عادلـــوا حـــرية الاختيار بالقدرة على بيع السلع، وليس ببيع أحـــدهم لعملـــه مقابل أجر، وبالتأكيد لم يعادلوا أبداً تلك الحرية مع التـــسلية أو الكـــسل[45]. ومع سنوات الـــ 1730، كانت إيديولوجية التنمـــية الـــتجارية قد وصلت إلى مرحلة ربطها في أذهان بعض رجال الأعمال المبادرين مع التطبيقات الميكانيكية، وكانت كتابات **دزاچوليبيه** تجـــذبهم مباشـــرة. كان العلم الإنكليزي، على شكل ميكانيك **نيوتن**، يـــروِّج مباشـــرة للتصنيع. لم يكن أبداً مجرد وصيفة أو خادمة لفكرة التـــصنيع، كمـــا ادعت إحدى الأدبيات التاريخية القديمة في إحدى المرات.

وفي بريطانيا القرن الثامن عشر، كانت تصرفات أصحاب الأملاك والأراضي والتجار والصناعيين وسلطتهم تُفهم على أنها الوضع الطبيعي لكـــل الجنس البشري. وكما وضعه **پول لانغفورد** Paul Langford، "في مجتمع تهيمن عليه المُلْكية، لا شيء يمكن أن يكون أكثر ضرراً للقيم

السائدة من التمايزات التي لا ترتبط بالمُلكية"[46]. وبحلول عام 1700 تنامت ضمن الدوائر العلمية إيديولوجية، بجذور بايكونية، تخاطب أصحاب الأملاك والتجار، كانت مراعية بشكل متميز للنشاط الصناعي لرجال الأعمال المبادرين. كان قد تم صهر نوع من الشراكة بين الثروة من أي نوع والعلم التطبيقي. لكن الموارد الاقتصادية والتكنولوجية الضرورية لجعل تلك الإيديولوجية تعمل بأقصى فعالية ستأخذ عدة عقود حتى تظهر.

وعند تدريس علم الميكانيك والنظرية التجريبية، كان المحاضرون العلميون للقرن الثامن عشر يعززون مصالح رجال الأعمال المبادرين من الطبقة الوسطى (وغالباً أعلى)، رجالاً ونساءً، في جمهورهم المستمع. كانوا الوسطاء في زواجات المصلحة المبكرة التي تشكلت بين المهندسين ورجال الأعمال. كان **دزاجوليه** يرصِّع ممارساته الميكانيكية بنقاش عن الربح الذي يمكن تحصيله عند القيام بهذه الممارسات بشكل صحيح. لكن كان على الميكانيكي أن يكون مطلعاً رياضياً وفي الفلسفة الطبيعية: "كان المستنبط ممارِساً حشرياً للميكانيك، ولكنه لم يكن رياضياً أو فيلسوفاً: لولا ذلك لكان بإمكانه أن يحسب الطاقة في النهر". ولو كان المهندس المتدرب يحسب بشكل صحيح الحجم، وبالتالي وزن الماء المنقول في النهر، استنتج **دزاجوليه**، لكانت إدارة المياه قادرة على تخفيض الكلفة مباشرة، وبالتالي زادت الأرباح[47].

وبالرغم من أنهم كانوا ملتصقين بمصالح أصحاب الأملاك، كان على المهندسين والمبادرين الصناعيين أن يكون لديهم مهارات مختلفة عن أصحاب الأراضي والتجار التقليديين. وبشكل متوقع، كما أظهره **ستانلي تشابمن** Stanley Chapman، لم يكن التجار والمصنعون الصناعيون

للقرن الثامن عشر بشكل عام نفس الأشخاص. كان المبادرون الصناعيون البريطانيون يمتلكون مهارات تقنية، أو كان عليهم أن يكونوا قادرين أن يستأجروا أناساً لديهم مثل هذه المهارات، وأن يتحدثوا معهم[48]. كان عليهم أن يستوعبوا المعرفة العلمية التطبيقية إلى جانب المهارات في الأعمال وأن يمتلكوا القيم البروتستانتية للعمل المنتظم والاستقامة. وكما سنرى مع عائلة **واط**، لعبت المفاهيم المستنيرة للتقدم والتحسن دوراً متميزاً أيضاً في نُظُم القيمة لرجال الأعمال المبادرين لأواخر القرن الثامن عشر. أصبح التحسين كلمة السر للعصر. كانت إنجازات العصر ترتكز على سلطة البرلمان الفارضة للقانون، لضمان براءات الاختراع وللترويج للطرق الرئيسية وللقنوات. كان هذا يعني عملياً أن يكون هنالك أعضاء في أحد مجلسي البرلمان قادرين أن يستفهموا ماذا كان يحاول أن يفعله المهندسون ورجال الأعمال المبادرون.

جاءت المعرفة العلمية إلى رجال الأعمال، وكذلك إلى أعضاء البرلمان من قنوات مختلفة. كانت تدرَّس من قبل المحاضرين العلميين ومعلمي المدارس وبواسطة الكتب المدرسية للتعلم الذاتي. كان يمكن أن توجد حتى في كامبريدج وأوكسفورد. أصبحت المعرفة الميكانيكية القطعة المركزية في مناهج التعليم في أكاديميات المنشقين، التي وضعت أيضاً تركيزاً عظيماً على إيديولوجيات: الحرية الشخصية والتقدم وحق التملك والحكومة الممثلة للشعب، وعلى كتابات **جون لوك وآدم سميث**[49]. كان يُناقش بشكل روتيني أيضاً تفاؤل مماثل وتركيز على "*تحسين مصنوعاتنا*، بتحسين تلك الفنون، التي ترتكز عليها... الكيمياء والميكانيك"، وذلك على امتداد الشبكة غير الرسمية لجمعيات المتطوعين التي انتشرت في البلدان والمدن مع النصف الثاني من القرن الثامن عشر[50].

وتحت المظلة الإيديولوجية الشاملة في الجمعيات الفلسفية، برز فضاء اجتماعي جديد. لقد ولّدت الثقافة البريطانية العامة، وربما أيضاً تطلبت، مناخاً اجتماعياً متميزاً بين المهندسين وأرباب عملهم. لقد أعطى التجميع والتجريب العملي في التجمعات الفلسفية، وكذلك قراءة الأدبيات ومناقشتها، بل حتى الاعتياد على العظات الكنسية وحضور المحاضرات، للمهندسين ورجال الأعمال المبادرين انتظاماً ومصطلحات مشتركة. وفي هذا الوضع المتقبل بالمساواة النسبية، كان المهندس المدني - لتمييزه عن العسكري - يحقق شخصية تم إيجادها بشكل محدث. كان يستحصل على مهارات فيها مصلحة مباشرة لرجال لديهم رؤوس الأموال لاستثمارها، أو البضائع لنقلها أو لتصنيعها بشكل أسرع أو أنشط. وفي نفس الوقت كان رجل الأعمال المبادر قد أصبح أكثر معرفة بشكل ملحوظ في قضايا تقنية وتطبيقية، وأحياناً نظرية. وفي شرحه لـ **كونت روسي** كيف يحول ابنه الزائر إلى صناعي، كتب **ماثيو بولتون**: "أنا آمل أيضاً أنه سوف يحضر محاضرات تعليمية عند محاضرين فلسفيين وتجريبيين... وعندما سيحصل على المعرفة في هذه العلوم، آمل أن يسمح لي بالمتعة بأن أُظهر له تطبيقات بعض فروعها في الصناعة وفي الفنون المفيدة، وليس العودة من سوهو(*) بدون رؤية مصانعها"(51).

وبعد أن جمعهم قاموس مصطلحات مشترك من أصول نيوتونية، خاض المهندسون ورجال الأعمال المبادرون - مثل **بولتون وواط** - في بعض اللحظات معارك في الطريق نحو مكننة ورش العمل أو تحسين قنوات ومناجم ومراس. كان اطلاعهم العلمي المشترك مصدر الكثير من الأسى أيضاً. لقد تشكى المهندسون البريطانيون مرات عديدة من

(*) بلدة قريبة من برمنغهام، كانت منطقة صناعية في حينه. [المترجم]

التدخل الذي كانوا يواجهونه في موقع صناعي عندما كان رجال الأعمال المبادرون أو المستثمرون يمضون في إبلاغهم كيف يقومون بأعمالهم الميكانيكية. كان **جون سميتون** بليغاً بشكل خاص حول إحباطه: "كانت الجهات المتدخلة تفترض نفسها ماهرة لتصبح مكان رئيس المهندسين"[52]. لكن إحباط **سميتون** يوفر لنا بند معلومات مهم جداً. وحوالي أواسط القرن الثامن عشر كان رجال الأعمال المبادرون والمخاطرون في الأعمال يعرفون عن علم الميكانيك ما يكفي ليفكروا بأنهم كانوا قادرين أن يقفوا على ضفة النهر أو على مدخل المنجم وأن يطلبوا من المهندسين كيف يقومون بأعمالهم. ومن أجل الهدف الذي نحن وراءه، يكفي أن نعرف أنه مع عام 1750 كان المهندسون ورجال الأعمال المبادرون البريطانيون قادرين على التحدث بنفس الحديث الميكانيكي. كانوا قادرين على تجريد العالَم الفيزيائي، ووضع هدف له، ورؤية عملياته الميكانيكية وإضافة مصالحهم وقيمهم المشتركة إلى شراكاتهم[53]. ما كانوا يقولونه ويفعلونه غيَّر العالم الغربي إلى الأبد.

الفصل السادس

عائلة واط، رجال أعمال مبادرون

في السابق، مستخدمين المشاهد المسرحية الوردية في النظر إلى الأمور بالعودة إلى الوراء، أعطينا المناخ العام الرحب لبريطانيا القرن الثامن عشر قيمة لمساعدته في رعاية التنمية الصناعية. وفي استرجاع للماضي، كان لشبكات الجمعيات التطوعية - الناشطة في الأوساط البرلمانية، وذات المطبوعات الضخمة والمحاضرات العامة - دور في إقامة وضع مثالي للتقدم الثقافي والفكري. وكان امتدادها في روابطها الصلبة والفاعلة عبر القناة الإنكليزية، ومن منظور القارة الأوروبية، يشكل وضعاً مثالياً. لكن لم يكن كل رجال الأعمال المبادرين البريطانيين، المنغمسين في هذا الوضع، يرون هذا الوضع بنفس الطريقة. لم يكن هذا الوضع عالماً من فرص بلا حدود، مفتوحاً بشكل حيادي لجميع القادمين إليه. كان النجاح في الأعمال - وكانت الهندسة المدنية جزءاً من عالم الأعمال - يعني أن يقوم شخص ما بتنمية مصالحه على حساب أي منافس وكل المنافسين. كان العيش في بيئة شديدة التنافس، محفّزَة بالاستهلاك وبرأس المال المتراكم بجهد ومثابرة، يجعل الرجال يتوقون إلى الاحتكار. وبالفعل كشريكين قد ازدهرت أعمالهما، كان **ماثيو بولتن وجايمس واط** محسودين ومكروهين، وكانت هنالك محاولات لتقليد احتكارهما. كانا يخفيان غرورهما بالتخيل أنهما كانت لديهما شهرة بين رجال العلم فقط. كانا يعرفان أن الآخرين من رجال

الأعمال، كما قال واط، "يكرهونني كمحتكر أكثر مما كانوا يعجبون بـي كميكانيكي"[1].

نحن نريد أن ننظر باختصار إلى المواضيع الرئيسية في حيوات الشريكين المبكرين، والمشهورين اليوم - وبشكل خاص واط وعائلته، مهندسين وكذلك رجال أعمال مبادرين - لوضع مخطط لصور أكثر قرباً للصناعيين البريطانيين المبكرين، وأقل تجريداً مما كانت توحي به الفصول السابقة. كانت شراكة بولتن-واط ترتكز على المصلحة المشتركة وعلى رغبة لم تفتر في الربح، وعلى شبكة من الاهتمامات الفكرية والسياسية. كان الشريكان يمتلكان أيضاً كتلة مشتركة من المعرفة التقنية تسمح لكل منهما بالتواصل مع الآخر. وقد انتعشت تلك الشراكة ضمن إطار ناتج عن التجمع الطوعي في جمعية لونر في برمنغهام. وكانت تعتمد أيضاً على اقتصاد أخلاقي مشترك من القيم والمواقف التي توصف بالشكل الأفضل بأنها تغذي العظمة الذاتية، ولكنها مستنيرة في نفس الوقت.

كان الرجلان من خلفيتين مختلفتين. كان بولتن قد ورث أعمال والده، وكان شخصاً غندوراً متأنقاً نوعاً ما، إنكليكانياً، يفهم قضايا المال العليا وتصنيع كل شيء له علاقة بالمعدن، من الأزرار والمشابك والحلي المعدنية إلى سلاسل ساعات اليد. كان يحب الشهرة، وتزوج بشكل جيد، واستخدم رأسمال زوجته عندما احتاج إليه. وفي حين عانت شركته لسنوات عدة وكان غارقاً بالديون قبل نجاح أعماله في محرك البخار، كان بولتن رجلاً له أذواق راقية وامتياز اجتماعي، ويشعر أن موقعه هو في مجتمع البلاط أكثر منه في طابق ورش العمل[2]. على العكس من ذلك، نحن نفكر بـ واط كمهندس ومخترع. كان أيضاً رجل أعمال مبادر، عصامياً بالكامل تقريباً، بمساعدة قليلة من

عائلته؛ كان اسكتلندياً ريفياً صارماً، إنطوائياً، يقمع نفسه وعائلته التي كان لديها احترام قليل "لصفات الأرستقراطية". وفي مجالسها الخاصة، كانت عائلة **واط** تضحك بحنان على مبالغات **بولتن**، أكله وشربه واستهلاكه البين لكل شيء، من العربات إلى مقاعد الحدائق. كان **واط** أيضاً مقتصداً بطبعه، وكنتيجة لذلك ترك هو وعائلته أرشيفاً أوسع من أي أرشيف تراكم لعائلة واحدة أو لشركة أعمال. ومؤخراً أصبح كل هذا الأرشيف مجالاً عاماً في مكتبة مدينة برمنغهام. وهذا كله من الأسباب التي تجعل عائلة **واط** قصة لا يمكن تجاوزها في أي تاريخ يركز على الثقافة الصناعية المبكرة.

ولأن المصنعين البريطانيين لم يكونوا مستعدين أن يشكلوا بسهولة شركات أسهم عامة، أقاموا شراكات. ومعاً، قام الغندور والاسكتلندي بإنشاء شركة أعمال في البخار، جعلت من محركهما ومن شركتهما نموذجاً ناجحاً للتغيير العميق في قلب الثورة الصناعية الأولى. وقد توفيا كرجلين غنيين. وبحلول عام 1800 كانا وورثتهما لاعبين أساسيين ضمن النخبة الصناعية البازغة التي لم يكن من الممكن تخيلها قبل جيل واحد فقط. حتى أن البعض قد أشار إلى **واط** على أنه **نيوتن** عصره.

وفي أواخر سنوات الـ 1760 قام **واط** بالتحسين الأكمل لمكثف مستقل يحفظ بخار المحرك على درجة حرارة وضغط ثابتين، ما كان يسمح أن تتم عمليات التبريد والتكثيف للمحرك في المكثف، بدون التأثير على البخار في أسطوانة المحرك. كانت عملية التكثيف وإعادة ملء البخار داخل المكثف - وليس في الجو الخارجي - تخفض وترفع الكباس في المحرك دون حاجة أبداً لتبريد الأجزاء الأخرى. كانت المحركات القديمة، مثل محرك **نيوكومن**، تمتلك مكثفاً واحداً كان عليه

أن يـــبرد البخار (ومن هنا بالتالي وعاؤه المعدني) برذاذ من الماء البارد، وبالتالي كان لا بد من إعادة تسخين أجزائه عند بث البخار في المرحلة التالـــية. كان التجديد الذي أدخله **واط** أنيقاً وألمعياً. وقد استفاد من مهاراتـــه المتميـــزة كصانع أجهزة ومن معرفته بالرسم الهندسي ودقته الرياضيّة. كان عمله السابق - في الساعات وساعات اليد، والنباضات الفـــولاذية، والعـــتلات، والحمـــالات المعدنية، والتجهيزات النحاسية الـــصفراء، والأجهـــزة الرياضية - قد أعطاه عادات الدقة والتركيب الدقيق التي أثبتت أنها بأهمية حرجة في صنع محركه معقد العمل[3]. كان تجديده للمحرك مع مكثف منفصل يهدف أيضاً للاقتصاد: كان يسمح لمحـــركه أن يقوم بالعمل، كما كان الادعاء، خمس مرات أكثر بنفس كمـــية الفحم. وعندما تأكد من محركه، تقدم **واط** إلى البرلمان بطلب مرســـوم يحفظ له براءة الاختراع، وقامت لجنة برلمانية بالشهادة على أصـــالة اختـــراعه. وكانت تلك الشهادة، كما سوف نرى في الفصل الأخـــير، تتطلب معرفة معقولة في علم الميكانيك لدى أعضاء البرلمان الذين كانوا ينظرون في براءات الاختراع[4].

لكـــن المعرفة الميكانيكية كانت أقل شيء كان على رجال صغار مـــثل **جـــايمس واط** أن يمتلكونه. فقد كانت عملية براءات الاختراع وإصدار تشريعات خاصة تتطلب أيضاً "الكولسة". كان لعق "قفا بعض الـــرجال العظـــام" الأســـلوب الذي ذكره أصدقاء **واط** من الفلاسفة الطبيعـــيين. أو كمـــا قال اللورد **كوكران** Cochran، بخجل، عندما كـــتب إلى **واط** عن الخبر الطيب من البرلمان: "أتمنى لكم جميعاً النجاح الـــذي يمكن أن تتمنونه، آخذاً بالاعتبار أننا، نحن ملوك الفحم، ليس لدينا سبب للفرحة لأي تحسين يمكن أن يخفض من استهلاك الوقود". ومـــع ذلـــك، وبضمان براءة اختراع **واط**، قام **كوكران** بطلب محرك

لـــواحد من مناجمه الاسكتلندية الجديدة. وكذلك فعل رئيس الجمعية الملكـــية الـــذي كان عنده مناجم في أملاكه[5]. وبسرعة أخذ مصنعو النـــسيج في مانشـــستر يطلبون المحرك مجهزاً بجهاز دوار، كان واط قد اختـــرعه، لـــتوفير الطاقة للآلات في مصانعهم[6]. وفي أقل من ثلاث ســـنوات بعـــد ضـــمان براءة اختراعه، كانت شركة بولتن وواط قد نصبت سبعة وعشرين محركاً[7].

وبالـــرغم من نجاح أعماله ونجاحه في الكولسة في البرلمان، تطلع واط ومعاونـــوه بنظـــرة قاتمة إلى كل من يمكن تخيلهم حماة المصلحة العامة[8]. نحن نستطيع أن نرى فضائل المناخ العام النشط الذي نشأ في انكلترا مبكراً في أواسط القرن السابع عشر. لكن واط لم يكن لينتظر حـــتى يهـــرب من "جمهور غير بار"[9]. وفي رسائله إلى زوجته الثانية، آني، كُـــتبت عندما كان يحاول أن يجدد براءة الاختراع لمحركه، كان فظـــاً: "نـــذهب إلى مجلس العموم بلا أمل بالنصر، ... هم يعتبرونني ابتزازياً... رجلاً يدعي الحقوق في مخترعات قام بها آخرون قبل أن تبدأ أيامي. هكذا يمكن أن يكون الأمر، وإذا كان ذلك، أنا آمل أن أعيش لأرى نهاية الأرستقراطية الفاسدة التي ليس لديها الوفاء لحماية مؤيديها، ولا حـــتى الحس للدفاع عن مراسيمهم هم". وهو لم يتوقف عن القلق مـــن أن أحـــدهم، في مكـــان ما بين الجمهور المطلع، قد يخترق براءة اختـــراعه، أو أن يـــتم ســـحب تلك البراءة. وحتى عندما حصّل ربحاً بـــ 3000 جنيه من محركه، كان يندب أنه "لدينا العديد من المدعين الآن بحـــيث إنني أخاف أن يجعلوا منا "رجالاً صغاراً لو تركناهم"[10]. وعـــندما كـــتب إلى بـــولتن ليعبّر له عن مخاوفه قال إن أعداءه سوف يجادلـــون بسخرية أن الخرق سوف يكون "للصالح العام". نحن نستطيع أن نرى العلم العام على أنه من المستجدات العظيمة لذلك العصر؛ لكن

واط كـــان لديه قليل من الثقة في أي مظهر مما يسمى "عاماً"، جزئياً علـــى الأقـــل لأن ذلك السماح بالوصول إلى المعرفة الذي كان يوفره العلم العام عن المستجدات كان يعطي ميزة لمنافسيه.

وقد ولد قلق **واط** كآبة وإحباطاً. وبالفعل فقد جاهد ضد الكآبة ووجـــع الـــرأس الشديد طيلة حياته كراشد. وحتى في شبابه، كصانع أجهـــزة وكماســـح أراض، كان مرعوباً حرفياً من المخاطر التي كان يتعـــرض لهـــا، ولم يساعده النجاح في التخفيف من كآبته القائمة[11]. كانـــت المنافسة الشديدة تأكل منه. وكانت الديون التي تراكمت عليه لإطلاق أعماله في محرك البخار قد جعلته "فريسة لأقسى أنواع القلق"[12]. وقد قال **واط** عن حالته، إن العلم فقط هو ما أنقذه من الكآبة والوهن والـــضنى الـــتي تتسبب بهما[13]. وحتى عندما أصبح ناجحاً، كان على ابـــنه، ووريثه الذي يحمل نفس الاسم، أن يترجاه "أن يعالج بالازدراء الذي تستحقه... الاعتراضات التافهة لمنافسيك في المهنة، والاقتراحات المحـــسودة مـــن المزاحمين عن قدراتك وشهرتك". تلك كانت طبيعة الـــرجال، حـــيث إنـــه "في كل عصر وكل بلد كان الرجال الأحكم والأفضل يعانون من الافتراءات التافهة لأولئك الذين لم يكونوا يمتلكون أســـاليب أخرى لجعل أنفسهم يظهرون"[14]. وقد ورث **جايمس واط جوليور** عن أبيه، عدم الثقة في اهتمامات الأناس الآخرين، بالرغم أنه، كما سوف نرى، كان لديه أيضاً جانبه المثالي والطوباوي.

وقـــد عـــانى كل أفراد عائلة **واط** من مختلف الأمراض النفسية والجسدية، وبالفعل فقد حصد السل اثنين من الأطفال. ولكن لم يكن هـــنالك شـــيء خطأ في إحساسهم بالذات، أو في قدرتهم على طرح أنفـــسهم على العالم، أو في تحمل المهمات الشاقة. كان يمكن النظر إلى عـــادات الاجتهاد والعمل المنتظم، والتفحص الذاتي ضمن عالم مؤطر

بالورع والعلم، بأنها كانت في العائلة مبكراً منذ عام 1690. فالأوراق التي بقيت من **جون واط**، عم **جايمس** الذي لقيناه في الفصل السابق، تشهد على بروتستانتية العائلة من الصيغة الكالفينية، وعلى اهتماماتها بعلم الميكانيك، وبجهدها في الحرف اليدوية من النوع الميكانيكي والرياضي. كانت التلميحات التي لدينا عن سياسة العائلة في ذلك الوقت توحي بدَيْن على العائلة للتوجه البروتستانتي، مع استطراد راديكالي نحو توجهات **الكويكرز** والـ **ويج**، وربما مع بعض التعاطف الثوري. وربما كانت عائلة **واط** قد بدأت مع رجال لديهم القليل من الأملاك، لكنهم أيضاً، مثل جيل البرسبيتاريين الذين ثاروا ضد ملوكهم، لم يكونوا من الذين يستهان بهم.

لقد ورث **جايمس واط** كل هذه الديون الثقافية. وعندما كان شاباً كان يحتفظ بالإنجيل أينما ذهب؛ كان دائماً يحافظ على حساباته بشكل حذر. وقد نصح ابنه (حتى عندما كان في الخارج في جنيف الكالفينية) بقراءة الإنجيل أيام آحاده. وفي شبابه شاهد **واط** خدمة كنسية إنكليكانية في الكاتدرائية الكبرى في نيويورك، ووجدها "مزرية" لما فيها من تباه. وقد صُدم بالأحاديث عن رواتب الكهنة والقانون الكنسي خلال القداس[15]. وبعد ذلك بعدة عقود كان **واط** قد أصبح نوعاً من الباحث عن دين، فقد ابتعد عن البرسبيتارية العامة المنتشرة في الطفولة الاسكتلندية. وعندما ذهب إلى كورنواك، لمسح مناجم الفحم حيث كان يمكن نصب محركه، حضر قداديس طائفة تجديد العمادة ما أثار حزن زوجته الثانية[16]. فقط في المغازلة، وفي مطلع زواجه (من زوجته الأولى التي توفيت أثناء ولادة أحد أبنائها) كانت رزانته الاسكتلندية وحماسه يتراجعان ليحل محلهما نوع من المحبة القلبية الخفيفة. وقد ذهب مرة لرؤية مشعوذ يمثل في لندن، وذكر لزوجته

الجديدة عندما عاد إلى اسكتلندا، كم كان معجباً بمثل ذلك "الشخص المدهش"[17]. ولكنه عندما كان في لندن كمتدرب مياوم عند نجار، ورغم ما كان يعانيه من "روماتيزم"، فقد كان يعمل عشر ساعات واثنتي عشرة ساعة، وأحياناً أكثر، في اليوم الواحد؛ كان ذلك قاسياً لدرجة أن يديه كانتا ترتجفان من التعب[18]. لكنه حافظ على سجلات دقيقة لمصاريفه، وكان عليه أن يقدم الحساب لوالده، الذي كان يمثل دور الدائن، حيث كان ينظر إلى البنوك على أنها المرجع الأخير عندما تنهار المهنة أو الأعمال[19].

ولم يكن **جايمس واط** يريد الفشل ولا أن يبقى نجاراً. ورغم أنه حصل على بعض التعليم الرسمي، إلا أن العلوم التطبيقية والمهن الميكانيكية كانت تذكرته نحو مستقبل أفضل. كان والده المرفه، **جايمس واط** من غرينوك، (1698–1782) تاجراً ومجهزاً للسفن وكان يعرف بعض الأجهزة الرياضية ومعدات الإبحار (كما كان أخوه الأكبر **جون واط**، وأبوهما الذي كان يدرّس الرياضيات) كان والد **واط** شخصاً مقدماً في الكنيسة البرسبيتارية أيضاً. وكان للعائلة علاقات مع المجتمعات الأكاديمية والعلمية في غلاسكو؛ فالشاب **جايمس** كان يزود أستاذ الكيمياء، دكتور **بلاك**، بالقرفة من واحدة من شحنات والده. وبوضوح كان **جايمس** يطمح لقضايا أعلى وإلى المعارف العملية أيضاً، وكان في لندن بهدف أن يتعلم أكثر ما يستطيع عن الآلات. كان يصنع لصانعي الساعات في محلاتهم الأرقام والأحرف؛ واشترى التلسكوبات والبوصلات والإبر لأبيه ولأصدقاء أبيه؛ وقد تعلم كيف يصنع ربعيات الفلك، والأدوات الرياضية والموسيقية، والأرغون والناي؛ كان يصنع نماذج الكرة الأرضية؛ وكان قد تدرب على يد معلم مدرسة، على الأرجح في الرياضيات وعلم الرسم ورسم الخرائط؛ وخلال سنتين كان

يستأجر في أعماله عمالاً آخرين. وبحلول عام 1773 كانت زوجته الأولى توجه رسائلها إلى "المهندس، **جايمس واط**". وعندما كانت أعماله في صنع الأجهزة تعاني، كان **واط** يقوم بأعمال مسح الأراضي التي كان يُقصد تحويلها إلى قنوات تجارية. وفي ذلك الحين كان قد أصبح قادراً على تقييم اقتصاديات مشاريع البناء، والمشاريع المائية، ويناقش الوفورات المتوقعة في الوقت وكلفة التأمين مع الشاحنين، وقيمة الاستثمار في مشاريع البناء، كنتيجة للأرباح التي تجنى من تخفيض أسعار شحن الفحم[20]. وعندما عاد إلى غلاسكو للمرة الأولى بعد تدريباته في لندن، كانت مهاراته الحرفية بمستوى تؤهله للعمل كصانع أجهزة ميكانيكية للكلية التي سمحت له باستقبال بريده فيها.

لم يسترخ الشاب **واط** أبداً. وفي أواسط سنوات الـ 1760 كان **واط** قد حول اهتمامه إلى الأجهزة الميكانيكية الأكثر تقدماً في ذلك العصر، إلى الحد الأكثر تقدماً في التكنولوجيا للبخار والكهرباء[21]. ربما لم يكن عندها يفهم مبادئ الحرارة الكامنة - التي قام **جوزيف بلاك** Joseph Black، أستاذ الكيمياء في غلاسكو بإثبات أن المحرك يعتمد عليها - ولكنه فهم تأثير الجاذبية أو قوة القصور الذاتي على ضربات المحرك[22]. كما أنه توصل في فترة ما خلال شبابه إلى معرفة بعض صفات البخار كـ "مائع مرن"، وكذلك الضرورات الهندسية وعلم الميكانيك العملي الذي يحتاجها لمحركه[23]. وكان قد تعلم الهندسة وعلم المثلثات، واستعملهما في مسح الأراضي، كما كان قد قرأ كتب الميكانيك المدرسية لـ **دزاچوليه وزچرافسند**. وفي عام 1763 صنع نماذجه لمحركات البخار من طراز **سافري ونيوكومن**[24]. ولهذا عندما طُلب منه إصلاح محرك من طراز **نيوكومن** كان يعرف المبادئ الميكانيكية التي يعمل بها المحرك وكذلك نقاط قوته وضعفه؛ كما كان

يعــرف كــيف يــستعمل الخــشب والمعدن. ومهمة إصلاح محرك نــيوكومن تحــولت لــتكون مهمة حياته؛ لم يتوقف أبداً عن السعي لتحــسين طرازه، المحسن أصلاً بشكل كبير كمحرك البخار. وقد قام بكــل ذلك بدون أن يمضي يوماً واحداً في صف جامعي أو في أكاديمية للمنشقين.

ومع ذلك فإن جامعة غلاسكو، بتوجهها العنيف في البروتستانتية اللاإنكليكانــية وانــصرافها للعلم، سوف تبقى مكان إلهام لعائلة واط طــيلة حــياة أفــراد العائلة. وهنالك حتى بعض الإثبات أنه في مطلع ســنوات الـــ 1760 عــرف واط ما كان بلاك يدرّسه عن الحرارة الكامــنة الناتجة عن البخار، في صفوفه عن الكيمياء[25]. وعندما أظهر ابــن جايمس وآني واط، غريغوري (ولد عام 1777)، مهارات أدبية وعلمــية أرســله والداه واط للدراسة هناك في جامعة غلاسكو كما وجهــت آني الدعوة لأساتذة غريغوري وزوجاتهم لزيارة موطن عائلة واط الــذي كــان قد أصبح في ذلك الوقت النقطة المركزية في مجتمع برمنغهام[26].

ومــن مــرحلة الشباب إلى الشيخوخة، حافظ واط، وأبناؤه من بعــده، على اهتمام بالعلم، جزئياً لأن ذلك كان مهمة يتولاها رجال الاســتحقاق. كان الذكاء والعمل الدؤوب هو كل المطلوب. كما أن العلــم متن علاقات الزمالة والقيم المشتركة بين بولتن وواط، وكذلك مع كل أفراد دائرتهما الاجتماعية. لقد قام ماثيو بولتن، وهو كيميائي باســتحقاق، بوضع العلاقة بين الفضيلة والعلم باختصار. "لا يستطيع الإنــسان أن يكــون كيميائياً جيداً إلا إذا كان لديه حذقاً، وأناقة في إجــراء الــتجارب، نــزولاً إلى مرحلة سحق المواد في الهاون، أو نفخ المنفاخ، والتميز، والنظام، والانتظام، والأناقة، والدقة، والنظافة الفائقة،

وكل هذه الصفات مطلوبة في المختبر وفي المصنع وفي أكواخ الريف"[27]. كـــان العلميون ينتمون أيضاً إلى الدوائر السياسية الصائبة. وكما شرحه **واط** لزوجته، "سوف يذهب إلى الجمعية الملكية في المساء، آملاً أن يلتقـــي بعـــض الأصدقاء الذين يمكن أن يكونوا ذوي فائدة لنا في البرلمان"[28].

ومـــع نجاح **بولتن وواط** في المحركات والأعمال، جاء اقتناعهما بأنهمـــا همـــا مـــن العلمـــيين أيضاً. لقد فكر **واط** بأنه كان حاذقاً، كالكيميائـــي الفرنـــسي **لافوازييه** Lavoisier، وبالفعل فقد فكر هو **وبرستلي** "لقد سمع السيد **لافوازييه** بعض الرواية غير الكاملة عن ورقة كتبـــتُها في الـــربيع، فانطلق بالفكرة وأعد ورقة مذكرة بدون إثباتات مقنعة... وإذا قرأت عن السيد **لابلاس** ومذكرته عن الحرارة لأصبحتَ مقتـــنعاً أهم لم يكن لديهم مثل تلك الأفكار، بحيث يتحدثون بوضوح عـــن الحامض النتري على أنه يتحول إلى هواء". كان **واط** قلقاً من أن أحداً لن يكون مقتنعاً منه، لأنه لم يكن مثل **لافوازييه**، أكاديمياً ومولاً[29]. ولكن، من حيث اهتمام **واط**، لقد كانوا جميعاً في نفس المجموعة. وبالـــتدرج تطـــور **واط** مـــن كونه بروتستانتياً منشقاً له جذور مع المجموعات الأصولية وعدم أهليتها الشرعية، إلى مدني علماني، إلى رجل في حركة *التنوير*.

وفي غلاسكو، في سنوات الـــ 1790 عندما أُعطي الفرصة للتعلم في الجامعـــة، وكمـــا كـــان متوقعاً، تعلم ابن **واط**، **غريغوري**، العلم وتخـــصص في الجيولوجـــيا. لكـــن روح العلم العملي المطلوبة للتقدم والـــصناعة كان يمكن أن يكون لها مثيل سياسي، فقد درس **غريغوري** الإغـــريقية والبلاغة عندما كان يدرس في الجامعة، في حين تخبرنا دفاتر ملاحظاته في الكلية، بأن الثروة والسلطة تنتجان "مجموعة من المتذللين

المتملقين"، وبأن هناك مجتمعات حيث "المتسلط المتغطرس الجالس على عرشه الفخم... المهاب والمطاع من شعب قانط يمكن أن يُعتبر لفترة من الزمن... على أنه قمة المجد البشري. لكن يد الموت تقطع حياته خلال فترة وجيزة؛ ويموت في وسط أمجاده"[30]. ولا شك أن ذلك كان من التبشيرات الخطرة التي جاء إلهامها ولا شك من أحداث باريس في ذلك الوقت. وهي تعود إلى ثورة القرن السابع عشر، وهي بالكاد تناسب الشاب الذي كان يتهيأ للرفاهية والنجاح في الأعمال التي ستكون معروفة[31]. ولكن من المفترض أن عائلة **واط** كانت تجد ما يتعلمه **غريغوري** مقبولاً بما يكفي، على الأقل بالنسبة لابن موهوب فكرياً.

ومن جهتهما، كان **جايمس** و**آني واط** حذرين وملتزمين بالأعراف، بالقدر الذي كانا يحتاجان إليه، حتى أن **واط** نصح ابنه الأكبر، **جايمس جونيور**، الذي كان ميالاً للراديكالية، أن يكون مطيعاً وأن يحترم الرجال الأقوياء[32]. وفي عام 1791 أبلغ **واط** صديقه، الكيميائي الراديكالي **جوزيف پرستلي**، إنه "في حين أن بريطانيا العظمى كانت تتمتع بدرجة ليس لها سابقة من الرفاهية" وبأن البلاد الأخرى كانت على نوبات ثورة، كان من الجنون المخاطرة "بقلب كل حكومة جيدة"[33]. وخلال اضطرابات برمنغهام ضد **پرستلي** وغيره من المنشقين قام عمال عائلة **واط** - الذين كان يُنظر إليهم عموماً بأنهم غير ذوي فائدة - بحماية العائلة، وبعد هذه الاضطرابات كانت العائلة حذرة وقامت بالانسحاب إلى حد ما من السياسة. وبحلول عام 1793 كان **واط** يضع تركيزاً كبيراً على ولائه للملك، ولكن ليس هنالك إثبات بأنه بدأ يعامل عماله بشكل مختلف أو أفضل.

كانت عائلة **واط** أبعد من أن تكون راضية عن التسلسل الاجتماعي السائد، لكن لم تكن معاناة عمالهم هي التي تقلقهم. ومع

حلول أعوام الـ 1780 كان هو وآبي قد قاما بمتابعة الوضع السياسي الوطني والدولي بحماسة، وكانت السياسة تبدو وكأنها كانت موضوعاً دائماً في الأحاديث العائلية. وفي سنوات الـ 1780 وقف واط ضد الضرائب المفرطة، وكان يشعر أن هنالك القليل من المصلحة المشتركة بين أصحاب الأراضي الذين يسيطرون على البرلمان والصناعيين أمثاله. وعندما كان يشعر بالإحباط في البرلمان، كان يلوذ إلى آبي في تذمر ضد "الأرستقراط الأوغاد"، ويقول إن "المزيد القليل من هذا سيجعل مني عدواً لأعضاء البرلمان الفاسدين، وديمقراطياً إذا كانت الديمقراطية أقل شراً"[34].

وهو قد ساعد أيضاً لتأمين شهود "على الفظائع التي ترتكب من قبل تجار الرقيق". وبالفعل كانت رؤية عائلة واط للعملية السياسية اجتماعية بكثافة. كان الرجال النبلاء بالولادة هم المشكل. "لقد سمعتُ عن جمعية تشكلت في قاعة للماسونيين لتقصير فترة ولاية البرلمانات، ولكن حيث أن قادة هذه الجمعية هم من النبلاء والسادة من أصحاب الأملاك الواسعة، فأنا أعتقد أن الوجود الأرستقراطي هنالك في البرلمان لا يتعرض لخطر بتصرفاتهم من المبادئ الجمهورية"[35]. فمثل هؤلاء الرجال، قال "قد أوقعوا الرعب الهائل عند مناصري النظام الحالي الفاسد". ولكن بنفس الكلام قال واط إنه لم يكن هنالك من شيء يجمعه بالماسونيين. لكنه لم يكن واضحاً أبداً حول أية تغييرات كان يرغب في وضعها على النظام القائم. لكن واط كان واضحاً أن الناس من طبقته واهتماماته كانوا هم الموثوقون. العلم والصناعة والاتكال على العائلة والقربى هي التي جعلت عائلة واط من عالم يصعب ولا يسهل حكمه. كان الانفصام القائم بين العمل والربح قد جعل منهم، مع ذلك، يحافظون على سلبية نسبية في السياسة.

وحـــتى عندما كانوا مرعوبين من التحول نحو العنف الذي اتخذته الثورة الفرنسية، لم يكن لدى عائلة **واط** أوهام حول السلطة وادعاءات الملوك والأرستقراطية[36]. وعندما هدد الفرنسيون إيطاليا قال **واط** إنه "إذا حافظـــوا علـــى زخم الفنون فإن الباقي هو فقط جزء من العدالة الإلهـــية ضـــد تـــسلط الحكـــومة". كان حقده على التسلط والإيمان بالخـــرافات يتمثل بالشكل الأفضل في استعداد **جايمس وآني** لإرسال **غـــريغوري** إلى غلاسكو، حيث في ذلك الوقت، كان التعلم السياسي فيها راديكالياً بشكل ثابت[37].

ولم تكن التصرفات التي كانت تُكتسب في غلاسكو مفاجئةً. وفي تـــرحاله إلى النمسا كتب **غريغوري** لعائلته بأنها أرض "الأرستقراطية والـــشراهة والحماقة التامة... أي تنظيمات كاملة يقدم عليها المسكين **جوزيف** الثاني ملك النمسا كانت تمحى، وكانت النمسا تغرق لأكثر من نصف قرن في البربرية"[38].

ولكـــن قـــبل حلول الأيام الرحبة التي أتت مع الرفاهية، عندما اســـتطاعت عائلـــة **واط** أن تـــنغمس في السياسة وأن ترسل ابنها إلى الجامعـــة، أو أولادها إلى القارة وللتعلم الأوسع، كان لا بد من القيام بالكـــثير من العمل. فمنذ أيام جد **غريغوري**، وربما قبل ذلك، كانت عائلـــة **واط** تطمح بشراسة لحراك نحو الأعلى، وكانوا قساة في الحكم علـــى أي عـــضو في العائلة لم يكن قادراً على العمل أو لم يكن يقوم بعمل. كانت الصرامة تُرى عند والد **واط**، وقد تم توارثها من جيل إلى آخر، وكذلك حرفياً ضمن الجيل الواحد، كانت ستخف بين الأنسباء في أواخـــر القـــرن الثامن عشر فقط. وفي ذلك الوقت كانت الرفاهية وتقـــديس رقة الشعور تشجع الحنان بين الإخوة، ولكن بشكل خاص بـــين الإخوة والأخوات. ولكن في سنوات الـــ 1750 كان والد **واط**

يحـــاكِم أولاده بقسوة. فقد نشأ الشاب **واط** على احتقار أخيه **جوكي** Jockey، عـــندما لم يكن لديه عمل، وألح على والده أن لا يعطيه أي مبلغ ضئيل.

وقد قام **واط** بتربية ابنه من زواجه الأول، **جايمس جونيور**، بنفس القـــسوة[39]. وعندما كتب **جايمي** من القارة ليظهر لوالده قدرته باللغة الفرنسية، لم يستطع **واط** أن يجد أي خطأ في قواعد اللغة، فهاجم ابنه علـــى أسلوبه وعلى خطه. وأرسل إلى ابنه تمارين ميكانيكية من كتاب لـــيوتن المدرسي الذي وضعه **زچرافسند**، عندما كان في نفس الوقت يعنفه على استعمال الكثير من الورق. كانت قساوته التي لا تفسر تجاه ابنـــته مـــن زواجـــه الأول – بعد وفاة أمها وبعد استقراره في زواجه الـــثاني – قـــد وصـــلت إلى حد رفضه لحضور زواجها، وكان يحتقر **جايمس جونيور** لأنه كان يضيع وقته في رحلات عاطفية لرؤية أخته[40]. وبـــشكل متميـــز عن العاطفي، وحتى عن نغمة الترجي في البعض من رسائله إلى زوجتيه ورسائلهما له، كتب **واط** إلى ابنته عشية زواجها: "إن بحاله زوجها أن يأمر، ودورك الإطاعة، وليس لك أبداً أن تناقشي إرادته حتى في القضايا التافهة". كان ينظر إليها على أنها "باهتة وبعيدة من أن تكون كاملة".

ولم تكـــن مفاجأة، عندما انفجرت الثورة الفرنسية، أن يصطف جـــايمس جونيور ضد "جرائم الطغاة"، وقام، بالرغم من الرعب الذي حلّ بوالده، بدعم الثورة إلى مرحلة الإرهاب. لقد أبلغ والده بحزم إن ملـــوك أوروبا "هم على العموم محتقرون لدرجة أنهم لا يستحقون أن يذكروا... في عصر الأنوار"[41]. وفي شبابه، قام **جايمس جونيور** بتمثيل صـــيغة أخـــرى من الراديكالية التي كانت تبرز بشكل مفاجئ من آن لآخر في العائلة. كان يتعارك مع والده، ويحاضر عليه في السياسة، كان

يخـــبره أن لا يثق بالقصص المروية عن "الخبث الأرستقراطي التي تجعلني أبتسم". كان ينعي الثورة التي تتحول إلى العنف، لكنه كشخص استمر في الإيمـــان بمبادئه. وبحلول عام 1974 كان **جايمس جونيور** في صلب حـــزب الجاكوبـــيين الإنكليز، وكان قد أدين من منبر البرلمان من قبل **أدموند بورك** Burke، وكان يخشى العودة إلى انكلترا. ولم يفعل ذلك إلا بعـــد أن بُرِّئ الراديكالي **توماس واكر** Walker في المحاكم وأُطلق سراحه.

ولكـــن، حتى **جايمس جونيور**، كان يؤمن بالحس العام المنغرس بالتجربة والملاحظة. وفي أواخر عام 1794 كان يظن أن الثورة سوف تبقى، ربما، أكثر إرهاباً لأصدقاء الشعب مما هي لأعدائه. ولكن بالرغم مـــن الإحـــباط الذي جلبته له الثورة الفرنسية، استمر في توقع التغيير العمـــيق وفي التـــرحيب بـــه. كان **جايمس جونيور** يؤمن بعمق بأن التغـــيرات في الصناعة، والتي كانت قد تسارعت في سنوات الـــ 1790، ســـوف "تؤدي إلى أشياء غريبة... لقد قلت تكراراً لوالدي، إنه الآن، بعد أن وُضعت الآلة في حركة، علينا أن ننتظر النتائج بهدوء"(42). ربما هـــذا التوقع، مضافاً إليه الأمل في وراثة أعمال والده، جعلته يبتعد عن تنفـــيذ مخططه بالهجرة إلى أميركا مع **برستلي** وأصدقائه الراديكاليين في مطلع سنوات الـــ 1790(43).

وفي حـــين أننا نعرف الكثير عن سياسات **جايمس جونيور** وأخيه **غـــريغوري**، كان **واط** الأكبر يلعب أوراقه السياسية بحذر؛ وكذا في شـــبابه عـــندما كان يحاول وضع آلته في الحركة. لو كان **واط** يفكر بالـــسياسة فهو قد احتفظ بآرائه لنفسه، ولم يقم بالإسرار بها حتى في رسائله الباقية لزوجته الأولى أو لوالده. ونادراً ما كان ينفس عن كربه ضـــد العظيم والمولودين بشكل جيد. وفي سنوات الـــ 1790 كانت

رسائله إلى الخارج معتدلة وفيها ولاء للملك، ولكنه حينها كان يعرف أن التجسس كان قد أصبح منتشراً، وبأن السلطات كانت تفتح البريد لـــرجال في دائرته، خصوصاً المعروفين من أصدقاء **پرستلي**[44]. ويقول المؤرخون، في كثير من الأحيان إن الصناعة والتجارة في بريطانيا أواخر القرن الثامن عشر كانتا تحولان اهتمامات الناس الذين لولا ذلك لكانوا أكثر راديكالية. وفي حالة **واط** ودائرته، والتي كانت معبأة كما كانت بالسياسات الراديكالية، كان هنالك حقيقة في هذا الجدال.

ولـــيس كما لو أن **جايمس واط** الخجول قد قام بتغيير مفاجئ في مـــوقفه في ســـنوات الــ 1790. كانت الأعمال والصحة موضوعات دائمة في كل رسائل عائلة **واط**. وفي المقدمة، كانت هذه العائلة تسعى دائمـــاً لـــتكون في الطلـــيعة في الأعمـــال. وكما الآباء كان الأبناء والزوجات والأزواج، فقد شكل كل هؤلاء شراكات قائمة على بذل الجهـــد في الحـــياة. كانت زوجة **واط** الأولى، **مرغريت مللر**، (**پغي** Peggy)، والتي كانت بالكاد قادرة على القراءة، قد عملت في مشغله للأجهـــزة، آخذة مكان اثنين من "عماله الفتيان"، وكانت تدير أعماله عـــندما كان يخرج للعمل في الورش كمهندس مدني وكمساح أراض. وفي سنوات الــ 1790؛ في المرحلة الحرجة للإبداع لدى **واط**. قام عم **پغي** بتسليف **واط**، بضمان من والده التاجر[45]. وعندما توفيت **پغي**، تمت مساعدة **واط** الأرمل والأب، مرة أخرى، من قبل والده وعائلته، الـــذين قامـــوا بـــرعاية أطفالـــه. وعندما تزوج للمرة الثانية من **آني ماكغـــريغور** MacGrigor، كانت أكثر تعلماً بشكل ملحوظ، وأكثر ثقافة عن ما كانت عليه **پغي**، بما يليق بزوجة مهندس ومخترع. وبحلول ســـنوات الــــ 1770 كانت قادرة على التمتع بالاستهلاك وبرفاهية نسبية كان يطمح إليها كل عضو في العائلة ولعدة أجيال.

جاءت آني **واط** من عائلة من مبيضي الأقمشة، وكان لها اهتماماتها الخاصة الجادة العلمية والثقافية. كانت هي ووالدها يقومان بتجارب عملية في تقنيات تبييض الأقمشة، وفي سنوات الـ 1780 اشتغلت بمادة كانت مكتشفة حديثاً، الكلور، والتي كتب عنها لـ **واط** مطولاً الكيميائي الفرنسي **برتوليه** Berthollet. كانت الشراكة الزوجية لـ **جايمس وآني** تعني أنهما تناقشا في أعمالها التجريبية. وهي لم تتردد أبداً في توبيخ زوجها أو المحاضرة عليه بمحبة عن كل شيء، من صحته إلى نسيج البرداة التي كان عليه أن يشتريه أثناء ترحاله. كانت تتفهم أعماله مالياً وتقنياً. كان يستطيع أن يكتب إليها طالباً قطعاً للمحركات. ومن الواضح أنها كانت تعرف بدقة ماذا كان يصف في رسائله.

كانت آني **واط** تعبد العمل على تحسين الذات، كما كانت تقول لابنها المحبب، **غريغوري**، "أنت تعرف أننا نعيش لنتحسن". ولكن في علاقة الأمومة تلك، كانت شخصيتها تلين، كما كانت شخصية **جايمس واط**، تجاه الابن المريض ولكن الموهوب والذي توفي في عمر 27 سنة[46]. وفي عام 1800 كتب الكهل **واط** لابنه المفضل عن جمال ساحل البحر، وعن "أشكاله الأكثر رومانسية". وفي مرحلة الثروة، كما في مرحلة التقاعد بعد ذلك، تغير **جايمس وآني** ولانت أخلاقهما ولكن بشكل قليل فقط. هو أصبح رجل علم حقيقي، متفرعاً في علومه إلى الكيمياء والآلات الطبية لمعالجة الرئة وضيق التنفس، وقام بمراسلات علمية دولية، وتبنى صيغة معتدلة من **التنوير**. وهي أقامت علاقات صداقة كثيفة مع ابنها، **غريغوري**، كانت تتضمن أفكارها حول ما كان عليه أن يدرسه والفضائل التي يجب أن يتحلى بها.

ولكن، بالرغم من دينه الخاص للممارسات الحرفية، كان **واط** يصر على أن يكون لابنه تربية رسمية أكثر صرامة في العلوم

والرياضيات، رغم أنه ضمنها مسك الدفاتر أيضاً. ومع الأخلاق الجيدة كان تعليم **جايمس واط جونيور**، في انكلترا ثم في أوروبا، يهدف لأن يستمكن من مهنة، إما كمهندس ميكانيكي مستقل، أو كتاجر، تبعاً لما كان يمكن لمهاراته أن توجهه[47]. وأخذ **واط** عن كل هذه المواضيع نظرة قاسية وقاتمة. وقد اعترف **جايمس واط جونيور**، بالفعل، أنه لم يكن يمتلك مهارات ميكانيكية، وبالتالي لم يكن قادراً على مساعدة والده في المحركات التي لا تعمل بشكل جيد، والتي كان عليه أن يعاينها[48]. ومع ذلك فإن هذه التربية التي أعطاها **واط** (الأب) لـ **جايمس** (الابن) كان فيها ما يكفي من مهارات الأعمال الضرورية فقط، ومن العلوم، وروحية المبادرة في الأعمال، وكذلك اتصالات دولية بحيث إنه الابن، في النهاية، ورث أعمال المحركات عن أبيه ونجح في ذلك بشكل جيد.

ونحن بإمكاننا أن نرى التباين بين تربية **جايمس واط** لابنه وتلك التي أعطاها فرنسي، معاصر تماماً له، لابنه ذي التوجه التجاري والصناعي. لقد كانت عائلة **أوبركامف** Oberkampfs بين أوائل الذين مكننوا القطن في القارة الأوروبية، وفي عام 1780 أعطى الأب **أوبركامف** ابنه، **أميل**، تعليمات مفصلة حول ما يجب عليه أن يعرفه لينجح[49]. كانت معظم الفضائل المطلوبة مماثلة بشكل ملحوظ لما كان **واط** يبشر به لـ **جايمس جونيور**: الصلابة؛ الاقتصاد لدرجة الوسواس برأسمالك؛ العدل؛ الانتباه للتفاصيل؛ لا تقبل شيئاً على ما هو عليه؛ ولا تثق أبداً بالغرباء. كانت عائلة **أوبركامف** بروتستانتية أيضاً، من الأقلية المتميزة في فرنسا. حتى كان الأب قد ترك لابنه قائمة لكل شركة في العالم يستطيع التعامل معها، معرفاً كل منها بالدين فقط إذا كانت بروتستانتية، ومركزاً على فضائلها ومساوئها.

ولكـــن ولا لمرة واحدة في تلك التنبيهات، لم يوص **أوبركامف** الأب بـــضرورة التدريب على علم الميكانيك. ولو كان قد فُرض على **أمـــيل أوبـــركامف**، بسبب الظروف الثورية لسنوات الـــ 1790، أن يهرب إلى انكلترا ليحاول أن يحافظ على ثروته، لكان اكتشف بحلول العـــام 1800 دزينات من محركات البخار التي كانت تعمل في مصانع القطن في لانكشاير، وشيشاير ومانشستر. وبالرغم من الأفضليات التي كانـــت عائلة **واط** تفترض أن التربية في القارة توفرها، فقد كان على المنفـــي **أوبركامف** أن يتكل على آخرين ليخبروه بالتفصيل عن كيف تعمل تلك المكنات. فلم يكن هنالك في فرنسا في ذلك الوقت مصانع قطن ممكننة، حيث البخار، وليس الرجال أو الماء، هو الذي يوفر الطاقة للغزل.

ومـــن سخرية الأقدار، لو كنتَ سألتَ عائلة **واط**، لكانوا على الأرجـــح قـــد رأوا في أمثال **أميل أوبركامف** أناساً أكثر تهذيباً وثقافة مـــنهم. كـــان جزء مما قامت به كلتا العائلتان **واط** و**بولتن** لأبنائهما ضـــمان حصولهم على تربية في القارة، وأن يكونوا متمكنين من ثقافة وعـــالم فكري أوسع مما كان في برمنغهام وما حولها. وبالرغم من أنهم في العائلـــتين كانوا في جوهرهم رجال أعمال مبادرين من المحافظات، لكن كليهما، **بولتن** و**واط**، أرادا أن يكونا بتطلعات عالمية متفتحة على طريقتهما. ومن خلال عالم الاتصالات العلمية نجحا في تنمية مراسلات دولـــية بـــدءاً من أعوام الـــ 1770 وما بعد. كان **واط** فخوراً بلغته الفرنسية؛ ومثل **بولتن** كان يقدر اللباقة والمهارات التي لا يمكن الحصول عليها إلا من خلال التربية الرسمية.

ومـــع ذلك، نحن نستطيع، بنظرة إلى الوراء، أن نرى أنه في ذلك الوقت كان **واط** و**بولتن**، كلاهما، قد أصبحا أقرب إلى أن يكونا أكثر

انفـــتاحاً عالمـــياً من عائلة **أوبركامف**. كانا يسافران بشكل كثيف، لكنهما لم يساكنا نفس عالم الكتب والمعرفة العلمية المتقدمة.

ومـــع ذلك كان هنالك فوارق هامة في التركيز بين ما كان يثمنه كـــل مـــن **بولتن وواط** من تربية لأولادهما الذكور. وفي حالة الشاب **بولتن**، كانت التربية هي تربية السادة بشكل واع ذاتياً؛ كان لـــ **بولتن** ادعـــاءات طمـــوحة واسعة له ولابنه. لكن **واط** كان يعير القليل من الاهتمام لأناقة الوضع، وكان أكثر اهتماماً بأن يتعلم **جايمس جونيور** الرياضـــيات لا أن يضيع وقته على المسرح والروايات. وقد رأت **آني واط** قيمة أكبر كثيراً في المتابعات الثقافية، في السفر والشعر والبلاغة. كانـــت تتوســـل إلى **غريغوري** أن يريها كتاباته وأن يكون صديقها. ولكن كلتا العائلتين، **واط وبولتن**، كانتا تتوقعان من أولادهما الذكور أن يـــشقوا طريقهم الخاص في العالم، أن يتصلبوا، بالانضباط التربوي: العملـــي والتطبيقـــي، والـــصارم الملتزم بالكتب. فمن خلال مثل هذا الانـــضباط فقـــط كان يمكن لمن سيرث الأعمال أن ينجح في إدارتها بشكل سليم.

وبالـــرغم من هذه التطلعات الاجتماعية المتنوعة، أصر كل من **بولتن وواط** أن يزرعا العلم أولاً وأساساً في نفوس أولادهما الذكور. كان العلم مفتاح النجاح الشخصي والأعمال. وبالنهاية، وفوق كل شـــيء، كانت كلتا العائلتين تتطلعان إلى مكان في العالم يفسح المجال لاهـــتماماتهما ونجاحاتهما. وكما قال **واط** عندما أنقذ البرلمان براءة اختـــراعه، وبالتالي خدم مصلحته، "هذان الميكانيكيان البائسان (هو وبـــولتن) وعدالة قضيتهما كان لهما اهتمام في مجلس العموم أكبر من ما كان لشخص أرستقراطي، وليكن الأمر كذلك دائماً"[(50)]. وعندما كانـــت تُلبـــى مصالحه، وكان قادراً أن يستمر في أن يكون رجل

أعمال مبادر وعلمي، كان واط ملكياً. وفي ذهنه، كان العالم مقسوماً بين رجال علم وممارسة وصناعة واستحقاق، وباقي الناس، عظماء وسوقيين. كان أي منهم غير المتعلمين قادراً على إحباط نجاح صناعة أي شخص.

كان مصدر روح المبادرة في الأعمال موضوع نقاش تاريخي. فمنذ قرن تقريباً، قال عالم الاجتماع الألماني **ماكس ڤيبر** Max Weber، إن الزهد بالعالم الدنيوي الذي كانت البروتستانتية تحث عليه كان المفتاح الذي فك أقفال الشخصيات المحببة الجديدة للقرنين السابع عشر والثامن عشر[51]. وقد وَجد **ڤيبر** رجال أعمال مبادرين جدد بشكل خاص في أوساط قريبة لـ **واط**، حتى أنه استخدم **بنجامن فرنكلن** Benjamin Franklin، كند استعماري بعيد لدائرته الثقافية في برمنغهام، كمثل نموذجي للروح الرأسمالية المبكرة. حتماً كان **واط** و**فرنكلن** يتساويان عندما يتعلق الأمر بالاقتصاد في الإنفاق، والتعلق بالتوفير، والحذر بكل ما يتعلق بالعبث والكماليات؛ كانت تلك كلها صفات شخصية، بنظر **ڤيبر**، لرجل الأعمال المبادر العصامي.

وقد كُتب الكثير من التفاهات من مدافعين متشددين، كما من مناقضين لأطروحة **ڤيبر**: ومن بين تلك الأخطاء كان الافتراض بأن **ڤيبر** كان يعني بتسمية البروتستانت كرأسماليين جيدين، إقصاء الكاثوليك واليهود. لكن يجب أن لا يُقرأ **ڤيبر** على أنه أحدث "نماذج مثالية" مقيدة بإيديولوجيتها، بدلاً من كونها قد عُجنت في زمنها وظروفها. ولا بد من رؤية النقطة التي طرحها **ڤيبر** على أنها تاريخية: البروتستانتية وتأكيدها على القدر المحتوم، قد أحدثت عدم يقين متنام حول الخلاص البشري؛ وعندما كانت الأخلاق البروتستانتية لا تقود إلى اليأس، كانت تحث أكثر قليلاً على الزهد في هذه الدنيا؛ كانت

تدعو تقريباً إلى كفاحٍ بدون تفكير لعدد واسع من المتعلمين غير النبلاء الـــذين كانوا عموماً منجذبين إليها في البداية. وكان هؤلاء يتواجدون بـــشكل عام في المدن والبلدات حيث كان من الأصعب إزالة الهرطقة. كانـــوا قادرين على الوصول إلى المطابع، وكانوا في أوضاع مُدُنيّة أقدر علـــى ممارسة الحرف والمهن التجارية. كانت الأشكال الأقدم والأكثر انتـــشاراً للـــتدين الغربـــي تحمل معها أمتعة وارتباطات تاريخية بحياة منـــتظمة، متسلسلة في الرتب، ومعزولة في أماكن ضيقة، تحد من حرية الأفـــراد أو تعبس ضد كل تعبير عن المصلحة الذاتية المرتبطة بالمخاطرة المفروضـــة، وحتى بالتوفير الأناني. وفي حالة الكاثوليكية، كان وجود إكلـــيروس - مـــن أصحاب الفكر المستقل الذي يستجيب للعادات والقـــوانين، وللمطارنة والملوك - يعني أنه كان من الأصعب الوصول إلى تبشير من المنابر الكنسية بقيم جديدة لرجل عصامي. وحيثما كان البروتـــستانت في حالـــة صـــعود، كمـــا كانت الحالة في انكلترا وفي الجمهـــورية الهولندية وفي جنيف وأجزاء من اسكتلندا، لم يكن مفاجئاً أن تزدهر حياة أصحاب المفاهيم المركنتيلية، لكن أي من هذه الأشياء لم يكـــن يعني أنه لم يكن بإمكان الكاثوليك أن يبرعوا في الأعمال أو أنهـــم لم يفعلـــوا ذلك، لكنها كلها توحي بأن البروتستانتية نجحت في إحـــداث روحـــية رأسمالـــية بـــشكل أســـهل وأكثر فعالية. لم يكن البروتـــستانت بحاجة للابتعاد عن روح الاستفادة التجارية إلى الرأسمالية الـــصناعية. كـــان هنالك العديد من العوامل المعقدة - من بينها حجم الـــسوق، وأنمـــاط الاســـتهلاك، ومواقف النخبة، والنفاذ إلى العلم، والجمعـــيات المدنـــية - الـــتي لا بد أن تكون متوفرة في البداية؛ ولقد توفرت هذه الظروف في انكلترا، مثلاً، وليس في الجمهورية الهولندية، بحيث تصنّعت انكلترا أولاً.

ومن بين العوامل التي يهملها النموذج الترويجي للرأسمالية البروتستانتية الالتفاف باتجاه العلمانية في الثقافات الأوروبية للقرن الثامن عشر، ونحن نعطي مصطلح "التنوير" لهذا التحول. وكما رأينا في الفصل الرابع، فإن هذا التحول يتضمن عدداً من المكونات الأساسية: الالتزام بالعلم التجريبي، وعموماً بالصيغة النيوتونية منه؛ التأكيد على إصلاح المؤسسات القائمة مع توجيه عين باردة بشكل خاص إلى الممارسات الدينية التي كانت توصف بأنها تأخذ بالخرافات؛ وإحلال ثقافة المطبوعات، والتخالط الاجتماعي، والفائدة، والجدارة. وكان للتنوير جانب راديكالي أيضاً. فالإلحاد والمادية والدعوة الجمهورية، كانت كلها تكمن في قيم التنوير الفكرية الطليعية. وبالنسبة لأولئك الذين وقعوا في شرك العالم غير المستقر للقيم الراديكالية للسوق، كانت تلك القيم تبدو أكثر ملائمة من بين قيم التنوير.

كان صوت التنوير صوتاً يدعو للعولمة من حيث إنه كان يشبه الصوت المسيحي أو صوت الإكليروس. ولكن بعد ذلك كانت المشابهة تتوقف. وفي الحالات شديدة التطرف، كان الرجل (أو المرأة) في مرحلة التنوير قادراً على العيش بالكامل لهذه الدنيا فقط، وأن يتخلى عن قراءة الإنجيل وعن الخوف من عقوبات الآخرة وعن الأمل في الخلاص الديني وعن حضور القداديس في الكنائس وإعطاء الصدقات. والقيم - مثل: الإحسان وعمل الخير والحساسية الاجتماعية والهوى والمصالح والاستهلاك والراحة المادية وحق الرفاهية، وكذلك اللباقة في المجتمع - كانت كلها قيماً تملأ حياة الشخص الجديد في العلمانية. كان معظم العلمانيين الملتزمين في البلدان البروتستانتية - حيث كان الإكليروس قد أخضعوا للسلطات المدنية - لا يصلون أبداً إلى حد التطرف نحو الإلحاد أو مذهب وحدة الوجود. كانوا يتحولون بسكون من قراءة الإنجيل إلى

قراءة الصحف، وكانوا يتوقفون بتدرج عن الذهاب إلى الكنيسة ما عدا، ربما، في المناسبات العائلية.

ومثل تلك الرحلة الملحمية قد تبدو قد حصلت فعلاً في حياة **جايمس واط** وعائلته، خصوصاً في حياة ولديه الذكرين. وبالتدرج، كانت رسائله تتحدث أقل فأقل عن قراءة الإنجيل، أو تدعو للتدخل الإلهي، أو حتى إرسال معايدات الميلاد. كانت **آني واط** ترسل مثل تلك المعايدات الميلادية من آن لآخر، لكن تلك المعايدات كانت علمانية إلى درجة كبيرة في منحاها، حتى لابنها المحبوب **غريغوري**. كانت تمنياتها الكبرى في تلك المعايدات هي لحياة طويلة لابنها ولأصدقائهما المشتركين. كان والده قد نصحه أن يعبّر عن استنكاره إذا "قام أحد زملائك بالتعبير عن عواطف تكون غير أخلاقية أو غير دينية". لكن **واط** لم يعط إيضاحاً لما هي تلك العواطف؛ وإذا كانت الرسائل التي كان **غريغوري** يستلمها من بعض أصدقائه تمثل مؤشراً من نوع ما، فإن تلك النصائح لم تكن تُتّبع.

وربما كان **واط** قد التزم بمعيار له ولعائلته، وبآخر عندما كان يرتاح مع أصدقائه الحميمين. فعندما كان **واط** وزوجته الأولى يستقبلان الضيوف، كانت **بغي** تقلق من أنه قد يظن أنها جريئة أكثر من اللازم لو عبرت عن مشاعرها تجاهه، مقترحاً كبح تلك المشاعر من الجهتين. وبالتأكيد كانت رسائلهما، التي ما زالت موجودة، متعففة ولبقة، كما كانت الرسائل بين **جايمس وآني واط**، رغم أنها كانت تظهر بوضوح حباً للتملك والراحة المادية. وحتى في حالة الحزن العميق عند موت **غريغوري**، لم يكن لدى أي منهما ما يقوله عن إرادة الله وعن الخلاص الأبدي. وإذا استمع أحدهما إلى القداديس، فإن أياً منهما لم يكنّ إعجاباً ملحوظاً بما يكفي ليؤدي إلى مناقشات في الرسائل. ولم يكن الأمر كذلك بالنسبة للعلم.

وفي الأيـــام الأكثـــر ســـعادة، عندما كان أصدقاء **واط** يخاطبونه "فيلسوفنا العزيز"، كانوا يرون فيه شخصاً أقل تميزاً بكثير مما كانت رسائل عائلته توحي به. وعندما كتب د. **جايمس هوتن** Hutton لـــ **واط** باللغة الدارجـــة، كان يبدو فاسقاً وحيوياً: "إن السيد العصري لا يكون مكتفياً بالفعـــل ورد الفعل ببساطة، ولكنه عندما يذهب إلى الفراش عليه أن يمتلك قـــضيباً بصلابة تعمل لصالحه... وقد قدم لي أحد الحرفيين نصيحة في هذا المجـــال، حول أن أحصل على براءة اختراع لبعض التحسينات في الفراش؛ وأنا أفكر بإضافة لتلك التحسينات تكون آلة أسميها الحركة العضلية، حيث كـــل أجزاء عملية الجنس ستنفَّذ من الانتصاب إلى الدخول إلى التفاعل ثم القـــذف؛ وهذه ستكون ضرورية بشكل مطلق في البلدان المسيحية التي لا تـــسمح بأكل الأطفال وحيث على الرجال أن يكون تمتعهم بوتيرة أقل... أرجـــو أن تـــنقل قـــراءة درجات الحرارة هذه في الحديقة إلى صديقي د. **داروين**"[52]. ويبدو أن **هوتن** قد قام باستثارة جنسية ذاتية خفيفة. كانت الأدبـــيات الجديـــدة المروِّجة للجنس في ذلك العصر تفعل نفس الشيء، وكانت ترتكز على الاستعارات الميكانيكية، مقلدة طقوس العلم لتتميز في شكلها عن الفسوق الأقدم في المذهب الطبيعي[53]. ويمكن الافتراض، على الأقـــل، بـــأن **واط** لم يُصدم ولم يشعر بالإهانة بالمحادثات العلمانية بشدة للـــسادة اللـــوناريين مـــثل **هوتن**، الذين كانوا يلتقون شهرياً في "**جمعية اللونار**"، فرضياً لمناقشة العلم الجاد والثقافة العالية.

بعـــض عادات "الرجال لوحدهم" كانت، ربما، تتنقل أيضاً بين الـــوالد والأبـــناء الذكـــور. وبالتأكيد فإن **غريغوري واط** كان لديه اهتمامات علمية جدية، وكان يفهم أعمال والده. وبالرغم من أنه كان دائمـــاً ضعيف الصحة فقد كان لدى **غريغوري** مذاقاً ليبرتينياً (متحرراً جنسياً)، على الأقل كما كان موجوداً في الرسائل من مراسليه الذكور.

وعندما كان في القارة الأوروبية، اشترى تنوعاً واسعاً من الكتب لفلاسفة القرن الثامن عشر الفرنسيين، الذين كان يُنظر إليهم كرواد للتنوير[54]. كذلك كانت قراءة جايمس جونيور السياسية راديكالية بالكامل أو جمهورية، وعندما لم يكن شرهاً علمياً، كان يضيف إلى قراءاته تنوعاً من نصوص التنوير المعتمدة والمحببة: بايكون، لوك، هارتلي، هيوم، وأعمال نيوتن وفولتير وميرابو. كان يمتلك إنجيلاً وكتاب صلاة لكنيسة انكلترا[55].

وفي مكان ما بين مناجم الفحم في كورنيش ونجاحات سنوات برمنغهام، أصبح جايمس واط معادياً لمفهوم الثالوث المقدس، ربما تحت تأثير جوزيف پرستلي. وعندما اتخذ پرستلي حياته في برمنغهام كرجل إكليروس بين المنشقين عن الكنيسة الإنكليكانية، وكانوا من أصول پرسبيتارية، سعى في قداسه الأول، عام 1781، إلى ترشيد كل مظاهر التدين حول مفهوم الإله الواحد. وكان قد قام برحلة ملحمية نحو العلمانية، من الكالڤينية إلى التوحدية، ولكنه توقف هنالك بقرار حاسم. وبعد عدة سنوات، مباشرة بعد الاضطرابات لصالح الملك والكنيسة عام 1991 في برمنغهام، والتي هددت حياة پرستلي وحياة عائلته ودمرت منزلهم، ادعى واط في رسالة إلى جنيف أنه لم يكن أبداً في مركز اجتماعات في برمنغهام. ولكن بسبب اندلاع الثورة الفرنسية، كانت تلك أيام عصيبة لأولئك الذين كان يُشك بأنهم من مجنديها، وكان على عائلة واط أن تحمي نفسها. نحن لن نستطيع أن نكون متأكدين أبداً أين كانت عائلة واط تؤدي صلواتها، إذا كانت تفعل ذلك.

وعموماً كانت رسائل واط يوم الأحد (وهو يوم كتابته للرسائل) لا تذكر أبداً القداديس التي قد تكون سُمعت، أو أي نوع من الشعور بالتقوى. ولم يتردد هو وآني أبداً باللجوء إلى أرسموس داروين كطبيب

للعائلـــة، رغم أن شهرته بعدم التدين كانت معروفة. ولم تترك وصية ولـــدهما غـــريغوري، المـــسجلة بـــسرعة قبل وفاته عام 1804، شيئاً للكنيسة؛ وكذلك فعل واط نفسه في وصيته عام 1819[56]. أما ابنه من زواجـــه الأول جـــايمس واط جونـــيور، فقد أصبح من الجاكوبيين بالكامـــل، مع ميول ديمقراطية، بحيث لا نحتاج للتدقيق في رسائله بحثاً عـــن مـــشاعر دينية. ولم تتوفر إلى الآن أية من تلك الرسائل. كانت راديكالية دائرته بمثابة فضيحة في ذلك الزمن[57]. كانت بعض الدوائر الأخـــرى للمصنِّعين المبكرين، مثل عائلة سترات في دربيشاير، تظهر بوضـــوح إهمـــالاً مماثلاً للتدين الرسمي متصاحباً مع ذوق للسياسات الراديكالية.

وبالـــرغم مـــن أنه لم يكن أبداً راديكالياً مثل ولده الضال، وهو حـــتماً لم يكن جاكوبياً، فإن واط، في مرحلة ما على الدرب، أصبح رجل تنوير، أكثر من مجرد كونه، ببساطة، بروتستانتياً غير إنكليكاني. وفي تلك الرحلة كان يشبه بالتحديد بنجامن فرانكلن، الوجه العلماني للـــبدايات الرأسمالية الذي أهمله فيبر نوعاً ما. ولم يكن أي من فراكلن ولا واط مفكـــرين أصليين في قضايا التدين، كأولئك الذين يمكن أن يـــوجدوا في مخـــتلف الدوائر الفكرية التي كانت تقطع الأطلسي ذهاباً وإيابـــاً. نحـــن لا نستطيع أن نتخيل أي منهما ينقح إنجيله التوحيدي الخـــاص، كما فعل توماس جفرسن Jefferson. كان لديهما قيم تعبّر عن الطريقة التي كانا يريان بها العالم، وبوضوح كان القليل منها يدعو للتفـــسيرات الماورائـــية غـــير الطبيعية. لكن كان هنالك حدود لعدم اســـتقامة واط. ففي سنوات الـــ 1790 أصبحت جمعية لونار مشهورة مـــن خلال وجود پرستلي وواط ووليم صمول Small (الذي درَّس الشاب جفرسن في كلية وليم وماري في فرجينيا)، وجوسيا ودجوود

وأرسمـــوس داروين، لكـــن تلك الجمعية لم تكن منخرطة راديكالياً كالجمعية الأدبية والفلسفية التي ترأسها داروين في دربـــي، أو تلك في شيفيلد. كذلك فإنها لم تصبح الجمعية الدستورية في مانشستر التي، من خـــلال قـــيادة جـــايمس جوليور الجيدة لها، قدمت خطاباً إلى نادي الجاكوبيين في باريس. وبالرغم من قلقها، بسبب الاضطرابات السياسية لـــذلك العقـــد، فـــإن جمعـــية اللونار لم تكن أبداً لتناسب روبسبيير Robespierre، ولا أن تدعـــوه ليحاضـــر فيها، لكنها كان يمكن أن ترحب بـــ كوندرسيه Condorcet، تماماً مثلما رحب رئيس الجمعية الملكـــية، سير جوزيف بانكس، بالأب غريغوار[59]. وفي كل الأحوال كان بورك ليحاضر فيها سيكون مرغوباً.

والنقطة في هذا التقصي لروحية عائلة واط هي محاولة تقييم ماذا ســـاهمت الروح التقدمية والمتعولمة للتنوير في عقلية الصناعيين المبكرين على ضفتي القناة. والتركيز الموضوع هنا على العلمانية يجب أن يصحح الاعتماد المبالغ به على أن البروتستانتية – والدين عموماً – كانت المنبع الثقافي الجيد للروح الصناعية. فالثقافة العملية والتطبيقية والإفادة الذاتية والإبداعـــية العلمـــية، مضافاً إليها المزيد من العلم الأفضل، أصبحت عقـــيدة في الدوائر المتنورة التي انتمى إليها صناعيون مثل عائلتي بولتن وواط. وهـــذه الروحية الجماعية، الاقتصاد الأخلاقي للعلم التطبيقي، أعطت منـــزلة اجتماعية وثقافية للممارسين العلميين والصناعيين، من بولتن وواط إلى مقلديهم الفرنسيين عائلة بريبه. وقد حصلوا أيضاً على أكثـــر من المنـــزلة الاجتماعية من العلم. لقد تعلموا معرفة ذات قيمة صناعية. كان واط يؤمن أيضاً بأن الممارسة العلمية فقط هي التي تعلم المنهج والانتظام الضروريين للصناعة والتطبيق، وبأن رجال العلم فقط هم من يستحقون الاختلاط بهم، لهذا السبب[60].

ربما كان الصناعيون المتنورون محتكرين بالنسبة لمنافسيهم، أو مستغلين بالنسبة لعمالهم (الذين لم يكنّوا لهم إلا الازدراء)، لكن فيما بينهم، كان الصناعيون الأوائل علمانيين بالكامل وعصريين، وقد سمح التنوير لهم بالتخيل بأنه كان لصناعتهم معنى عالمياً. كما أن التنوير أعطاهم قيمة كمحسِّنين وتقدميين؛ وكونهم متنورين كان يعطي ستاراً أساسياً محسِّناً يغطي مصالحهم الذاتية الشديدة. وبنفس القدر، وربما أكثر من بروتستانتيتهم، كانت قيم التنوير تلهم نضالاتهم وتعطيها المشروعية. ومع الوقت، كان بالإمكان للصناعة الممكننة، والثقافة التي فرّختها بالفعل، أن تصبح مرئية كعربة للتقدم على امتداد العالم الغربي، كقوى تعتمد بعمق على القيم العلمانية التي يمكن لها أن تنتشر على امتداد العالم. والتنوير المعتدل - الذي وُجد على امتداد نصف الكرة الشمالي الغربي من سنوات الـ 1720 وبعد ذلك - ينتمي إلى التاريخ الثقافي للثورة الصناعية، في انكلترا كما في القارة الأوروبية. كان رجال عائلة واط، كمبادرين في الأعمال وكقوم علميين، قد عاشوا التنوير بقدر ما عاشه أي فيلسوف فرنسي، الذي، على الأرجح، كان قد عاش أكثر النسخة المجردة منه.

الفصل السابع

التربية العلمية والتصنيع في أوروبا القارية

في الفصول السابقة، أُعطي الاهتمام الكبير لاستيعاب المعرفة العلمية، خاصة من النوع الميكانيكي. مَن عرف ماذا ومتى تعلم ذلك، والظروف التي تمت فيها المواجهة مع العلم، وقيم رجال الدين، وهي كلها قضايا تأخذ أهميتها عندما ندرك أن العلم لم يكن أبداً مجرد مجموعة من القوانين التي يتم استظهارها عن ظهر قلب. كانت المعرفة العلمية تأتي متضمَّنة في "حزمة" من المعتقدات والمواقف والقيم التي كانت تختلف بشكل كبير تبعاً لمن كان يعلّمها وفي أية ظروف. ففي إسبانيا، مثلاً، كانت العلوم متضمَّنة في مناهج كل الجامعات، لكن الكوبرنيكية لم تكن تُعلَّم إلى مرحلة متأخرة في القرن الثامن عشر، أو أنها، عندما كانت تُذكر، كانت تُدرَّس كفرضية وليس كأساس لمجمل الفهم الميكانيكي للطبيعة. وفي الجامعات الهولندية في القرن الثامن عشر، مثل جامعة أوترخت، كنا نجد فيزياء **نيوتن** تدرَّس على امتداد القرن. وكل أطروحة أو رسالة مدرسية يتم إنجازها في أية كلية علوم، سواء في ليدن أو هردفيك أو أوترخت أو جرونجن، كانت تفسر نظرياتها بالمعادلات الرياضية وليس باللجوء إلى الأجهزة الميكانيكية أو الآلات[1]. هل كان للمنهجية أي تأثير مختلف؟ كان الأمر كذلك إذا كنت تحاول أن تدرب المهندس المدني الذي كان يحتاج لأن يفهم التطبيقات، أو إذا

كان الهدف هو إعطاء اطلاع عام على العلوم الأساسية لشخص مدني يمتلك القليل من الخلفية الرياضية.

كان نوع العلم الذي يدرّس وتوقيت إدخاله في مؤسسات التعليم يختلف من بلد إلى آخر في أوروبا الغربية. كانت الفروقات بين هذه الدول تؤثر، ولكنها لم تكن تقرر، أية من هذه الدول تدخل مرحلة التصنيع ومتى كان ذلك يحدث. لم يكن بإمكان الناس أن يقوموا بما لا يستطيعون فهمه، وعملية المكننة كانت تتطلب نوعاً خاصاً من فهم الطبيعة، كان يأتي من مصادر المعرفة العلمية: الكتب المدرسية وتجارب الإثبات في الصفوف المدرسية التي كانت تركز على علم الميكانيك. وفي هذا الفصل، نحن نريد أن نتطلع إلى دول أساسية - فرنسا والأراضي المنخفضة شمالاً وجنوباً، وبشكل مختصر ألمانيا وإيطاليا - حتى نستطيع أن نفهم أي نوع من التربية العلمية كان سائداً في تلك الأماكن. وكما سوف نرى، فإن الفروقات بين الثقافات العلمية في القرن الثامن عشر في فرنسا والجمهورية الهولندية أو بريطانيا كانت معروفة، وعندما تُعرف هذه الفروقات فإنها ستدفعنا جبراً إلى أن نستخلص النتائج ذات العلاقة بعالم اليوم.

وإذا كانت التربية العلمية متغيراً مفتاحاً في التجربة الغربية، وإذا كان توقيت تلك التربية ونوعها يختلفان بشكل كبير من بلد إلى آخر، كما سوف نرى، فإننا نحتاج أن نراجع النموذج التقليدي الذي ما زال يقدَّم للدول التي ما زالت تجاهد لتحقيق التنمية التكنولوجية. إن النموذج الذي يصف الصنائعيين نصف المتعلمين كشخصيات مفتاح في النجاح الصناعي - أي النموذج الذي يقلل من قيمة التربية العلمية الرسمية أو غير الرسمية - هو وصفة للنجاح تحكم على متبعيها بالفشل[2]. وإذا وضعنا ذلك بشكل مختلف، فإن هذا النموذج يسمح للبنك

الدولي - وغيره من المستثمرين والدائنين - أن يهمل البنى التحتية التربوية لبلد ما، في الوقت الذي يدعو فيه للتنمية والنمو. لكنهم يقومون بذلك في الوقت الذي يستخدمون فيه تاريخاً غير مكتمل للتنمية الغربية في القرن الثامن عشر. إن وصفاتنا المعاصرة لمداواة التخلف الاقتصادي ينقصها البعد الثقافي الذي كان حاضراً في التاريخ الغربي لمرحلة التصنيع؛ وهذه الفجوة تعزز الرغبة في إهمال الثقافة في مجتمعات أواخر القرن العشرين.

لقد اخترقت القدرة على التفكير الميكانيكي - أي العلمي بالمعنى الحديث للكلمة - المجتمعات الغربية بشكل انتقائي فقط على امتداد القرن الثامن عشر؛ وفي الأجزاء الأقل تعلماً لسكان أوروبا الغربية، وفي بعض مناطق أوروبا الشرقية، لم يتم هذا الاختراق للمعرفة العلمية إلا في القرن التاسع عشر والقرن العشرين. وللمعرفة نواتجها، إنها تستطيع التمكين؛ وإذا كانت غائبة فإنها تؤدي إلى الإفقار، وتجعل أكثر صعوبة فهم الظروف السائدة والسيطرة عليها.

لقد حدث أول طيران لبالون كبير عام 1787 على بعد حوالي 12 ميلاً (حوالي 20 كم) خارج باريس. وعندما استقر البالون (بعد هبوطه) أثار فزع الفلاحين الذين قدروا خطأً أنه القمر وقد سقط عندهم؛ لقد هاجموا ذلك الجسم وأحدثوا فيه أضراراً جسيمة[3]. وفي أواخر القرن الثامن عشر حاولت الحكومة الروسية استيراد العديد من الأجهزة الميكانيكية التي كان قد تم تطويرها في الغرب. وقد أحضر المهندسون البريطانيون الذين استُقدموا للعمل في بناء القنوات نماذج من تلك الأجهزة الميكانيكية، ومن بينها محركاً بخارياً. وعندما عُرضت تلك الأجهزة عام 1780 على أعضاء سلاح الهندسة العسكرية - وكان من المفترض أن هؤلاء كانوا من أكثر المطلعين على المبادئ

الميكانيكية - فإن بعضهم، ببساطة، لم يستطع أن يفهم كيف تشتغل تلك الأجهزة[4].

كان لا بد للمعرفة الميكانيكية المتقدمة نسبياً أن تكون جزءاً من العالَم الذهني لشخص ما قبل أن يكون قادراً على اختراع تلك الأجهزة الميكانيكية؛ وإذا دفعنا هذه النقطة أكثر: كان لا بد له من تلك المعرفة، حتى يكون ممكناً استخدام هذه الأجهزة. وإذا كنتَ عاملاً عليك أن تعمل بعلاقة ما مع الآلة، فإنّ فهم تلك الآلة كان يعني أن تقترب أكثر لتتفهم كيف ينظر رب عملك إلى الطبيعة ككل، بما في ذلك أنت نفسك. وحيثما كانت المعرفة الميكانيكية منتشرة بشكل واسع وداخلة بشكل مؤسساتي في النظم التربوية، وحيث كان رأس المال والموارد الطبيعية والعمالة التي يمكن استثمارها موجودة كلها أيضاً، كانت النتيجة لمثل هذا التواجد بالصدفة لكل تلك المكونات تؤدي إلى تحول في الطبيعة والمجتمع معاً، محدثة في أعقابها وخلفها العالَم الصناعي الحديث.

وحيثما كان يوجد صناعيون نشطون، كانوا، وتقريباً بلا استثناء، يمتلكون منافذ إلى المعرفة الميكانيكية المتقدمة لو أرادوها. وإذا لم يكن بإمكان رجال الأعمال المبادرين أنفسهم أن يبنوا الآلات فقد كان بإمكانهم التحدث إلى أولئك القادرين على ذلك. ولم يكن هؤلاء المبادرون في الأعمال ولا المهندسون حرفيين صنائعيين. ونموذج الحرَفي الصنائعي هو نموذج غير مناسب تاريخياً لأسباب عديدة. أولاً وبشكل أساسي، إن هذا النموذج كان يفترض تمايزاً بين "العلمي" وكل الآخرين؛ وببساطة، مثل هذا التمايز لم يكن موجوداً في أواخر القرن الثامن عشر عندما بدأت عمليات التصنيع، أولاً في انكلترا ثم في القارة الأوروبية.

ومن بين مائة أو أكثر من العلميين البريطانيين الطلائعيين، في الفترة ما بين 1700 و1800 مثلاً، كان يمكن تصنيف أكثر من النصف

تقريباً على أنهم "متفرغون [للعلم]" (لتجنب استخدام مصطلح "هواة" المتناقض تاريخياً). كما كان من الممكن القول إن 45 بالمائة منهم، كانوا يحصلون على مداخيلهم كأطباء وتقنيين أو رجال كنيسة[5]. والوصول إلى أسباب انتشار المعرفة العلمية يمكن أن يكون صعباً عندما يكون هنالك مثل تلك القلة من الأشخاص الذين كانوا يضعون إشارات تقول إنهم "علميون". وبالفعل فإن هذا المصطلح لم يكن قد اختُرع بعد. كانوا يقولون "فيلسوف طبيعي" أو "مهندس".

بالإضافة إلى ذلك، كل شيء يمكن أن نعرفه عن التاريخ الأوروبي، من أزمة سنوات الـ 1680 وما بعدها، يقول لنا إن العلوم العامة كانت "على جدول أعمال" النخبة الغربية. كانت قد أصبحت مادة للجرائد والكتب المدرسية. كيف يمكننا إذاً أن نرى الفروقات بين ما كان يعرفه الفرنسي وما لم يكن يعرفه الهولندي، أو بين أساليب الاستقصاء العلمي؟

كان هنالك فروقات حول العلم في الأنظمة التربوية في كل بلد، يمكن معرفتها. فالسجلات المتبقية - وتقدير كميات المعرفة للقرن الثامن عشر مستحيل - تؤشر إلى أنه في التعليم العلمي السائد، من النوع الميكانيكي، كان البريطانيون يسبقون، بجيل واحد على الأقل، أندادهم الأوروبيين. وكما رأينا في الفصل السادس، كان للجيل من سنوات الـ 1760 وإلى 1800 أهمية حرجة في إعطاء بريطانيا تلك القفزة إلى الأمام في التصنيع. لقد أعطى رجال، مثل عائلة **واط**، البريطانيين سبقاً في البداية، لا شيء أكثر ولا شيء أقل[6].

وفي الفصل الخامس لاحظنا، عبوراً، البطء النسبي الذي أمسكت فيه بعض المناطق، خاصة أوروبا الكاثوليكية، علم الميكانيك النيوتوني. وهنا، نحن نريد أن نعمق ونلوّن الصورة، وأن نتقصى نوع

المعرفة العلمية التي كانت تُنشر في المستطيل المكون من باريس وأمستردام وبرلين وتورين. والهدف من هذا المسح هو فضح زيف الأسطورة حول أن أهمية الاختراعات في المراحل الأولى للثورة الصناعية لم يكن لها أية علاقة مع نظم المعرفة. إن أسطورة الصنائعيين الحرفيين تقع في نفس المرتبة الزائفة مع الاعتقاد بأن التدخل الحكومي في القارة الأوروبية، بكل بساطة، كان وراء التخلف التكنولوجي.

لكن في جنيف البروتستانتية كان يُدفع ثمن محاضرات الفلسفة الطبيعية من قبل الحكومة، كانت مجانية للطلبة؛ وكانت تقسم إلى محاضرات نظرية وأخرى تجريبية. لكن الدعم الحكومي كان لا يشمل الآلات للأكاديميات المحلية. كانت أكاديمية جنيف لا تمتلك أياً من تلك الأجهزة؛ وفي عام 1787 كانت المحاضرات التجريبية تعطى بشكل مستقل من قبل أستاذ محلي[7]. كان رجال الأعمال البريطانيون يرسلون أبناءهم إلى الخارج لمثل تلك المحاضرات، وكانوا يعتقدون أن ما كانوا يصرفونه في ذلك يعتبر أموالاً تصرف بشكل جيد للحصول على الأساليب والأجواء القارية. وبعدسات ضيقة جرى التركيز فيها باستقصائنا على الثقافة الصناعية، يمكننا أن نتساءل لماذا قامت عائلتي **واط وودجوود** بمجرد التفكير بالسفر.

فرنسا

رغم قوة "التنوير" في دوائر فرنسية مختارة، لم تجر أية عمليات تصنيع بحجم له معنى إلى مطلع القرن الثامن عشر. وبالطبع في المجتمع العلمي الفرنسي – خصوصاً عندما تأثر بالنيوتونية، ولكن ليس عند ذلك فقط – كانت تداعيات علم الميكانيك التطبيقي مدركة بسهولة. كان عالم الميكانيك الفرنسي **جاك ڤوكنسون** Jacques Vaucanson قد حاول في

ســـنوات الـــ 1740 إقامـــة مصنع إنتاج من نوع ما في صناعة الحرير. وكـــان قـــد فعل ذلك عقداً من الزمن قبل أن يؤسس **رتشارد أركرايت** Richard Arkwright مصنعاً لغزل القطن في دربيشاير[8]. كان هنالك كيميائـــيون فرنـــسيون، في مطلع القرن الثامن عشر، ممن عرفوا أيضاً أن بالإمكـــان تطبـــيق علـــومهم الناشئة، وممن أرادوا من الدولة أن تتدخل للمـــساعدة في هذه العملية. وببساطة، كانت رؤية هؤلاء الرجال صناعية تماماً. وكانت تتضمن تدريب العمال الذين كانت مهاراتهم ستسهل نشاط رجال الأعمال المبادرين الذين سيستفيدون بالتالي من التطبيقات الكيميائية[9].

كـــان المحاضر العلمي، **الأب نوليه** abbé Nollet - في أواسط القرن الثامن عشر (1700-1770) - المحاضر الفرنسي المتجول الأهم، على الأرجح، الذي كان يروّج للعلم الجديد في القارة الأوروبية، بما في ذلـــك التطبيقات الميكانيكية. وكان قد تعلم أساليبه التجريبية للإثبات في ســـنوات الـــ 1738 من **زيجرافسند** والنيوتونيين الهولنديين. وبعد ذلك، قام بوضع كتابه *محاضرات في الفيزياء Cours de physque* في بـــاريس، وهو سلسلة محاضرات كان يحملها في ترحاله إلى المحافظات الفرنـــسية وإلى الأراضي المنخفضة وإلى إيطاليا. وكانت تلك السلسلة من المحاضرات الأكثر شعبية بين ما كان يُعطى في القارة، وقد ارتكزت شـــهرة **نوليه** جزئياً على تجاربه الكهربائية، التي كانت تُدهش وتُعجب جمهـــوره. ولا يمكن إهمال الحماس الشعبـــي للتأثيرات الكهربائية التي كانـــت بـــين المحفـــزات التي تجذب الجمهور إلى العلم الجديد. وكان العلمـــيون التجريبيون يظنون أن الكهرباء تمتلك قيمة طبية وأنها كانت قـــادرة علـــى شـــفاء كل شيء، من الأورام إلى النقرس. وإذا أخذنا بالاعتبار وضع الممارسات الطبية في ذلك الزمن، فلن ندهش كثيراً من أن العديدين كانوا يتجمهرون لرؤية الكهرباء وهي تعمل.



الأب نوليه، من كليشيه منحوتة على صفحة العنوان لمحاضراته (تقدمة من مكتبة فان پلت، في جامعة بنسيلفانيا)

كــان مقــرر الفيزياء لــ نوليه مرتكزاً بقوة على الاستخدامات العملــية للعلــم الجديد. ومثل أنداده البريطانيين، كان عليه أن يعرف اهــتمامات جمهــوره ومحدوديتهم. كان يتحاشى التطبيقات الرياضية المعقــدة، وكــان يوفــر لقرائه قائمة مفسرة للمصطلحات التي كان يستعملها. وبشكل عام كان يتجنب الأسئلة الميتافيزيقية أو اللاهوتية-

الفيـــزيائية، لصالح الأمثلة العملية لتوضيح "آلية عمل الكون". وبالنسبة للنقطة الأخيرة، كانت محاضرات **نوليه** تعكس الابتعاد العام عن تركيز الاهـــتمام علـــى الأســئلة الدينية، وهو تحول مرئي بشكل واضح في المحاضرات العلمية التي كانت تُعطى ابتداءً من سنوات الـــ 1720 على ضـــفتي القناة المانش. وبتركيزه على ما هو مفيد، كان **نوليه** يدعي أنه كان يخدم الذوق الشعبـــي، وبأن الآلات التي كان يستخدمها كانت تهـــدف إلى تسهيل التعلم[10] لجمهوره الشعبـــي. كان **نوليه** يركز في الـــبداية علـــى الكيمـــياء: كيف يتم تذويب المعادن، مثل قطع النقود الذهبـــية؛ وكيف يُستخدم الصمغ في صنع البرسلان؛ وكيف يستخدم حـــامض النتـــريك لتذويب حشوات الحديد؛ وتقنيات صباغة الثياب والورق؛ باختصار، الكيمياء المفيدة في الحرف والصناعات اليدوية[11]. ثم كـــان يـــأتي شـــرح القـــوانين العامة للفيزياء، مثل القصور الذاتي والمقاومـــة، والـــتي كانت تشرح بتفصيل شفاهة كما كانت توضح بـــصدمة الكرات المتحركة من الأحجام الأصغر والأكبر. وبعد تثبيت هـــذه المبادئ العامة، كانت المحاضرات الميكانيكية تغوص في شروحات حـــول كيف يمكن استخدام تلك القوانين الفيزيائية "للفائدة الأعظم"[12] للإنـــسان. وقـــد أعطـــى **نوليه** الكثير من الاهتمام لطواحين الهواء في الطحن، أو للمضخات في رفع المياه "لاستخداماتنا أو لتزيين حدائقنا"، أو للعربات للنقل، وللعتلات والبكرات في أعمال الهندسة المعمارية وفي الإبحـــار؛ وكل ذلك لم يكن يُبنى من قبل "ميكانيكيين" بسطاء، ولكن مـــن قـــبل فلاسفة ميكانيكيين بحق. كان يؤكد لمستمعيه بأن الآلات المتطورة والمتقدمة (المعقدة) يمكنها أن تحل محل عمل الإنسان، وبالتالي توفر كلفة العمالة. وكان يمكن وصف أسلوب المقاربة الذي اعتمده **نولـــيه** في محاضـــراته على أنه صديق للصناعة أكثر مما كان صناعياً

بشكل مباشر، من حيث إنه كان يعطي القليل للاستخدامات الفعلية، أو للأجهزة الميكانيكية في مناجم الفحم، وفي هندسة المياه وفي التصنيع.

وقد قدمت محاضرات نوليه، وغيره من الفرنسيين المروجين شعبياً للعلم الجديد، للنخبة الفرنسية بديلاً عن التخلف العلمي النسبي في كليات وجامعات باريس. فالأخيرة لم تأخذ بالديكارتية إلا في سنوات الـ 1690، وحتى في ذلك الوقت كان "علم ديكارت" ما زال مطعوناً بصحته في أعلى الكنيسة (والدولة)، وإلى سنوات الـ 1720. ولم تقدم المحاضرات النيوتونية الأولى في جامعة باريس إلا في سنوات الـ 1740؛ ولم يتم الاعتراف رسمياً بشرعية نوليه نفسه إلا في سنوات الـ 1750[13]. وإذا أردنا أن نقابل النمط الفرنسي مع تعليم الفلسفة الطبيعية البريطاني، أو في الجامعات الهولندية، أو حتى في الأكاديميات الريفية للمنشقين في انكلترا في سنوات الـ 1740، لبدا واضحاً أن جيلاً أو أكثر من الطلبة الفرنسيين في أكثر من 400 كلية لم يكن لديهم النفاذ إلى المعرفة المفيدة مباشرة في عملية التصنيع.

وقد حارب اليسوعيون، خاصة في الكليات التي كانوا يسيطرون عليها، إدخال النيوتونية حتى سنوات الـ 1740، وحتى بعد ذلك. وعندها كان فشل التفسير الديكارتي قد أصبح بديهياً لدرجة لم يعد من الممكن إهماله الفشل بنجاح. وحيث كانت مؤسسات التربية الرسمية تحت سيطرة الإكليروس تقاوم أو تتجاهل علم الميكانيك النيوتوني، كان انتشار المعرفة المفيدة في التصنيع يحدث، بشكل عام، متأخراً جيلاً أو أكثر عن فترة تقبلها في المؤسسات البريطانية. وبذلك أصبحت تلك المعرفة متوفرة للشباب الذين تربوا بعد عام 1760 بدلاً من [أولئك الذين تربوا] قبل 1740. وليس هنالك فائدة من الادعاء

بأنـــه، في أوروبا الكاثوليكية، كان الإكليروس يدرِّسون العلم الجديد بأي درجة من الإخلاص قبل 1750.

بصيغة أخرى، لقد كان من الممكن التعلم عن الميكانيك التطبيقي في سلاســل محاضــرات مقاهي لندن أكثر مما كان ممكناً في أية *كلية فرنـــسية كاملة الممارسة Collège de plein exercise*، قبل سنوات الـــ 1740 المتأخرة. عندها فقط بدأت مناهج ما يقرب من 400 كلية فرنـــسية تـــتحول بشكل حاسم بعيداً عن الميتافيزيقيا الديكارتية نحو النيوتونـــية النظرية والتطبيقية معاً. ومركّزاً على الكليات الأكثر تخلفاً، اســـتنتج المؤرخ **ال. بركلس** L. Brockliss – الذي درس مناهج كل هذه الكليات – بأنه "إذا كان **نيوتن** قد انتصر في النهاية في فرنسا فقد كـــان ذلـــك، علـــى الأرجح، على جثة النظام اليسوعي"[14]. كان اليسوعيون قد طُردوا عام 1762. وفي سنوات الـــ 1790، بالرغم من جهـــود الإصـــلاح التي بذلها الثوار الفرنسيون، لم يمتلك سوى تقريباً الـــثلث فقط – من بين 105 مدرسة مركزية جديدة في فرنسا (للطلبة بعمـــر 15 سنة أو أكبر) – مجموعات ذات معنى من الأجهزة العلمية. وبالطبع خلال سنة عادية، قبل العام 1789، كان حوالي 5000 طالب فقـــط، في عمر الثامنة عشر، يأخذون دروساً في الفيزياء[15]. وبعد عام 1789 ازدادت النـــسبة بـــسرعة، ربما إلى حوالي 25,000. ومن غير المـــدهش أنـــه على امتداد القارة الأوروبية، بما في ذلك فرنسا، كان هـــنالك عـــام 1790 من المهندسين المدنيين العاملين مع رجال أعمال مـــبادرين الـــذين يمـــتلكون المعرفة الميكانيكية أقل مما كانت الحالة في بريطانيا لوحدها.

لكـــن كان لدى فرنسا العديد من الأكاديميات العلمية النشطة. كانت تلك الأكاديميات تقدم المعرفة العلمية على مقياس غير مسبوق.

لكــن الهيمــنة الأرستقراطية في المجتمعات والأكاديميات الريفية كانت بالكــاد تسمح للسادة(*) بذلك النوع من الحماس للعلم التطبيقي الذي كــنا نراه في القرن الثامن عشر في دربيشاير أو برمنغهام. لكن الهيمنة الأرســتقراطية ولّدت بيئة مشجعة للعلم المتجدد والأصيل الذي كان موجــوداً في كافة الأكاديميات الفرنسية. وبسبب روح الجماعة الذي نتج من مصالح النبلاء، لم يكن الحضور يجلسون في صفوف مرتبة للتركيز علــى المدرّس التجريبــي أو المحاضر. كانوا، بالأحرى، يتناقشون بعفوية كمتساوين ضمن النخبة، جالسين حول طاولة كبيرة، حيث كان هنالك "الكــثير من الخطابات بدون نظام". وبالتأكيد كانت تُلحظ التجارب والأجهــزة، لكن المسافرين الإنكليز قالوا إن نوعية الأجهزة، حتى في المرصد الملكي، كانت أدنى مما كان لدى الإنكليز في بلادهم"[6].

وفي عام 1793، وفي ذروة الثورة الفرنسية، قام البرلمان **الجاكوبــي** الــراديكالي بإلغــاء الأكاديميات العلمية الفرنسية الموروثة عن النظام القديم، في باريس وفي المحافظات على السواء. وتم إعدام العديد من قادة تلــك الأكاديميات. وبعد سنتين من ذلك جرت إعادة إحياء أكاديمية بــاريس - الــتي أسسها في الأصل **كولبير** في سنوات الــ 1660 - وجــرى إصــلاحها وإعادة تسميتها؛ لكن العاملين فيها أصبحوا مختلفين تماماً، بعد موت العديد من العلميين خلال *الإرهاب*(**). ويمكننا أن نسأل لماذا سعت حكومة ثورية - مهما كانت بطاشة وسيئة التوجه - إلى إلغاء أكاديميات يمكننا ربطها بالتقدم المتنور، وبالتأكيد بالتجديد العلمي؟

والإجابــة على ذلك السؤال تتطلب أن ننظر عن قرب في كيف كانــت الثقافة العلمية تؤثر في فرنسا القرن الثامن عشر؛ فمنذ سنوات

(*) الإشارة هنا إلى نظام الطبقات الذي كان سائداً قبل الثورة الفرنسية. [المترجم]

(**) فترة سيطرة العنف على مقاليد السلطة خلال الثورة الفرنسية. [المترجم]

الـ 1660 وكولبير، وبعد ذلك، كانت الحكومة الملكية الفرنسية تظهر اهتماماً ملحوظاً بالعلم وتطبيقاته. وفي سنوات الـ 1750 كان الاهتمام يتركز على المراكب ذات الطاقة البخارية، بشكل عام للاستخدامات العسكرية؛ وفي سنوات الـ 1770 والـ 1780 كان التشجيع يتجه إلى اختراع الأجهزة الميكانيكية للتطبيقات الزراعية[17]. كانت الجهود لإدخال "الفلاحة العلمية" كثيفة جداً، وتعكس المُثُل العليا للسلطة المطلقة المتنورة، كما كانت موجودة لعقود قبل الثورة الفرنسية[18]. بالطبع، كان الربط بين الأكاديميات العلمية واهتمامات التاج قد أدى إلى إدانة أعضاء تلك الأكاديميات في أعين الجاكوبيين الراديكاليين.

كانت المثالية في جهود الأكاديميين الفرنسيين تجد جذورها جزئياً في العقائد البايكونية، وجزئياً في المثالية العلمانية التي كانت سائدة بدرجة كبيرة بين النخب المتعلمة المتأثرة بـ *التنوير*. وكان الأكاديميون جميعاً والحكومة يدّعون الاستقصاء العلمي المشرّع أو المسموح به من قبل التاج. أحد الفلاسفة المهمين لسنوات الـ 1770 برر العلاقة بين السلطة المطلقة والاستقصاء العلمي بلغة تعود بالموضوع إلى الجدال الإيطالي لمطلع القرن السابع عشر حول دور العلم ضمن الدولة. وفي إلحاحه بالطلب إلى الملك الإسباني لإقامة أكاديمية في بلده المتخلف علمياً، شرح **كوندرسيه** - وهو فيلسوف فرنسي طليعي في العلم التجريبي - بأن الأكاديميات هي "لمصلحة الدول الملكية". وكان منطقه كما يلي: "في الجمهورية، يكون لدى كل المواطنين الحق بالتدخل بالقضايا العامة... ولكن الأمر ليس نفسه في المملكة. فالذين يعينهم الملك لهم وحدهم مثل هذا الحق. "لكن بالنسبة للرجال الذين يحتاجون لتحريك الأمور، والذين لا يستطيعون إطاعة عدم الحركة المفروض عليهم بطبيعة الدولة الملكية"، يكون درس العلم الشيء

الوحيد الذي يمثل... المهنة الضخمة ذات العظمة الكافية لاحتواء كبريائهم، وذات الفائدة الكافية لإعطاء رضاء لأرواحهم"[19]. وبالنسبة لمثل هؤلاء الرجال يكون هنالك حاجة للأكاديميات العلمية، أو هكذا ذهب جدال **كوندرسيه**.

وكان هنالك جدالات ذات طابع سياسي أقل علنية، تأتي بشكل روتيني من المؤيدين المتحمسين للأكاديميات الفرنسية المدعومة من الدولة. ففي عام 1781 عبَّر سكرتير أكاديمية باريس عن وطنيته وعن ليبراليته المتنورة معاً عندما افترض أن الأكاديميات الأوروبية الأخرى "تدين لوجودها بالكامل تقريباً للمحاكاة النبيلة ولكتلة التنوير التي نشرتها أعمال أكاديمية باريس العلمية على امتداد أوروبا"[20]. ولو أنه قال "فرنسا" فقط لكان هنالك نسبة عالية من الحقيقة في كلامه. فأكاديمية باريس كانت تسمح للباريسيين فقط بالانضمام إليها، وكانت ترفض أعضاء من نظم دينية مثل اليسوعيين. كانت الأكاديمية تحافظ على مقياس عالٍ في الاستقصاء العلمي الأصيل على امتداد القرن[21]، وقد سعت الأكاديميات في المحافظات لتقليدها في ذلك؛ كانت عضويتها محصورة بشكل كبير بالنبلاء، والمحامين (الذين كان العديدون منهم يعملون لنبلاء "الثوب القانوني" الذين كانوا قضاة) ورجال الدين من المراتب العليا. كان الجميع يلتقون، في العقود قبل عام 1789، "للبحث عن مرتبة أعلى من الاحترام... مؤمنين بأن التقدم ينتج عن تفكيرهم المشترك في الأفكار الجديدة"[22]. كانوا يفعلون كل شيء، من تحمل تكاليف المحاضرات العامة ورعايتها، إلى أن يكونوا ذوي اهتمام متزايد بالتكنولوجيا والزراعة والتجارة.

ومع ذلك، عام 1793، قامت الحكومة الثورية بالانتقام من الأكاديميات؛ ليس من تطلعاتها المثالية أو من العلم في ذاته، ولكن من

أشـــخاص العـــاملين فيها. وقد خسرت أكاديمية باريس للعلوم نصف أعـــضائها تقريباً؛ كان نبلاء المحافظات إذا لم يُضطهدوا[23] مكروهين بـــشكل مماثـــل. وكما سنرى في الفصل التالي، سيستمر الاستياء من الأكاديميـــات العلمية كامناً لعقود. كان انحيازها الباريسي ضد المحافظات، ورفـــضها المتكبر لمشاريع كانت تقيَّم على أنها غير علمية بما يكفي، قد ولد لها عداوات بين المخترعين وأصحاب المشاريع ومن كان يمكن أن يكونوا صناعيين. ولم يكن تطهير الأكاديميات يستهدف علمها، ولكن كان يستهدف التصرفات السياسية وغير ذلك لقادتها.

كانت الأكاديميات، قبل الثورة، قد احتكرت العلم؛ وبالتالي كان من غير الممكن أن تلبـــي أكاديميات النخبة درجة الاهتمام العام بالعلم واتـــساعه. وقـــد برز باندفاع نوع من العلم الشعبـــي بنبرات صوفية ليملأ الفراغ؛ والمسمريّة(*)، كما كانت تسمى، شدت اهتمام الرجال والنساء من الطبقات العليا ومن الفقراء على حدٍّ سواء. بعض شديدي الـــتحمس لهـــذا العلم الشعبـــي تلهوا بالمعالجات الكهربائية التي كان يمارســـها بعـــض المعالجين الذين يشبهون السحرة في ممارساتهم. كانوا يدَّعـــون أنهم يبحثون عن تحسين في الطب كان يمكن أن يفيد المجتمع. وفي ذلك البحث كان يمكننا أن نرى إحباطاً عميقاً من العلم المؤسسي، ومـــن الأكاديمـــيين المتـــزمتين مدعي المنطق وذوي المسعى الخاص في الاستقـــصاء العلمـــي. كان قائد تلك الحركة شخص يدعى **فرانـــز أنطـــون مسمر** Franz Anton Mesmer – وهو طبيب من فيينا له علاقات ماسونية – وكان أقرب أن يكون ذا روح مرحة من أن يكون عمـــيقاً في طـــبه. وقد شدت المسمرية الرجال والنساء بأعداد كبيرة، وكمـــا رأت ذلـــك إحدى النساء، كان التقدم الذي حصلت عليه في

(*) بنسبة إلى فرنز مسمير الذي سيرد اسمه بعد قليل. [المترجم]

صـــحتها يـــشير إلى العـــلاج العام لأمراض المجتمع[24]. وفي سنوات الـــ 1780، كانت التوترات الاجتماعية في فرنسا تشمل العلم وتدفع بالإصـــلاحيين المـــسمريين في مـــواجهة الأكاديمـــيين المتخندقين في أكاديمـــياتهم. كانـــت عـــادة الأكاديمـــيين بالإبعاد قد حكمت على الأكاديميات بعدم تنمية جمهور شعبوي، أو بعدم توليد الثقة في المجتمع الواســـع. وقد تكون الحالة كذلك، لأن غياب التربية العلمية العامة قد جعلت من المسمرية أكثر تقبلاً.

وعند الثورة، كان العلم الذي انتصر أقرب لأن يشبه علم الهندسة مما كان يشبه السحر أو المسمرية[25]. كانت *كلية التقنيات المتعددة*، أو *البولتكنـــيك Polytechnique*، والـــتي أسست عام 1794، تتضمن مثاليات النظرة الثورية للعلم، و"قدرته على تغيير العالم"[26]. كان كل مؤســـسيها من رجال الثورة، وكانوا لا يريدون أقل من مدرسة لعلم الـــثورة[27]. كانوا قد أهملوا الجامعات - التي كانوا ينظرون إليها على أنها محتضِرة - وقاموا بإغلاق الأكاديميات، وسعوا بدل ذلك إلى إعادة تأهيل المدرِّسين، وبالتالي الشباب. وكما سنرى في نهاية الفصل القادم، لقد تحمسوا بشكل أساسي لنظرة صناعية لقدرة العلم على تغيير المجتمع والعـــالم. وبعـــد جـــيل من أنداده الإنكليز لسنوات الـــ 1770، جاء المهـــندس المـــدني الفرنـــسي ليحـــصل على موقع له؛ ليس ليبعد نده العسكري عن موقعه (لم يتخل العلم في تلك الفترة عن تلبية احتياجات الدولـــة للقيام بالحرب) ولكن ليتممه في بناء الدولة-الأمة الجديدة التي أحدثتها الثورة.

وفي ذلـــك المنعطف الحاد نحو التصنيع، ساد مظهر محدد من المُثُل التنويـــرية الموروثة من النظام القديم على كل ما عداه. وبين الفلاسفة الباريـــسيين، وبـــشكل خاص من كانوا من أصول بورجوازية، كان

هـــنالك اهـــتمام، ولوقت طويل، بالميكانيك التطبيقي من النوع الذي روج له بشكل واسع **دزاجوليه** **ونوليه**. كان المشروع الأعظم للتنوير – مـــن حـــيث المضمون والحجم والعاملين فيه – *الموسوعة* لـــ **ديدرو**، بأجزائها التي بدأت بالظهور عام 1751. وربما تم توزيع حوالي 25,000 نـــسخة مـــنها قبل عام 1789 واندلاع الثورة. كانت صفحاتها مملوءة برســـومات وأوصاف الاختراعات والأجهزة الميكانيكية. كان إلهامها بايكـــوني؛ كان **ديدرو** والمتعاونون معه يعشقون العلم الجديد والوعد الـــذي حمله لتغيير الحالة الإنسانية. وكما وضعه في نصوصه، "يناضل الرجال ضد الطبيعة، أمهم المشتركة، وعدوهم الذي لا يتعب". "وفي عمل طوباوي كان يقصد به إلهام الملك الروسي لإقامة الجامعات الأحدث، ألح **ديـــدرو** بأن علم الميكانيك كان لا بد أن يكون العلم الأول الذي يدرَّس، لأنه "العلم ذو الفائدة الأولى"[28]. وبعد عقود، كان المدرِّسون في **البولتكنيك** يوافقون على ذلك النص من أعماق قلوبهم.

وأنـــا لا أقصد أبداً في هذا الوصف للتربية العلمية الفرنسية أن أوحي بأنه، قبل الثورة الفرنسية، كان هنالك تخلف شامل وكثيف في المعرفة الميكانيكـــية بين كل أطراف النخبة الفرنسية. ولكن، ومن بعيد، كان المهندسون العسكريون المتعلمين الأكثر علمية في الفترة السابقة[29].

كانـــت غلبة الدولة والجيش في مجالات التربية التقنية والميكانيكية تعـــني بشكل طبيعي أنه كان لا بد من تلبية اهتماماتهم قبل اهتمامات غيرهـــم في المجتمع. كانت المعرفة الميكانيكية الجديدة تُستغل بالشكل الأكثـــر انتظاماً في المشاريع التي تديرها الدولة، وفي المجهود الحربـــي، وكـــذلك في التحـــسين الزراعي[30]. كانت سيطرة الدولة على علم الهندســـة تكـــبت نمـــو الهندسة المدنية، مقارنة بالتقدم الذي أُحرز في بريطانيا. كان التوجه لتحويل العلم لخدمة الدولة أكثر سوءاً بالانتقائية

الـــتي كانت معتمدة في المدارس الهندسية. قبل الثورة الفرنسية كانت تلـــك المـــدارس تختـــار طلبـــتها بشكل دائم من الرجال ذوي المنشأ الأرســـتقراطي للأمـــاكن المتوفرة في صفوفها[31]. وفي تلك الصفوف، بالمناســـبة، كانـــت محاضرات نوليه نصوصاً مدرسية قياسية معتمدة. وعلـــى امـــتداد القرن الثامن عشر كان التقنيون والعلميون الفرنسيون يسعون إلى رعاية من الدولة، وللهيبة والاحترام الذي كان يأتي مع تلك الرعاية.

وفي أي مـــسح للعلاقات الاجتماعية في القرن الثامن عشر، كان يظهـــر نمطـــان ســـائدان في العلم الأوروبـــي: الفرنسي، حيث كان العلمـــيون بالأساس في خدمة الدولة؛ والبريطاني، حيث كانوا يخدمون حاجـــات رجال الأعمال المبادرين. كان لغياب جيش نظامي كبير، في أواسط القرن الثامن عشر، في بريطانيا - وما قد نتج عن ذلك من عدم حاجة لتوجيه المعرفة والمهارات الميكانيكية إلى قنوات لخدمة مثل ذلك الجـــيش - تـــأثير كبير في تنمية أطر من المهندسين المدنيين والمحاضرين العلمـــيين، في بـــريطانيا، من الذين كانوا متعطشين ليجدوا عملاً بأية صـــيغة ممكـــنة. كانوا ينشرون المعرفة العلمية على نطاق واسع، على عكس الطابع الأقل انتشاراً لهذه المعرفة، حتى في الأوساط الأكثر ثقافة في أوروبـــا الغـــربية، خصوصاً في الأراضي المنخفضة، ولكن أيضاً في فرنسا. ولكن، لم يكن هناك حاجة في أي مكان في القرن الثامن عشر، ما عدا في أوساط الإصلاحيين الراديكاليين، لتطبيق العلم للاحتياجات والاهتمامات لغالبية الشعب حتى تظهر بشكل بارز.

ولم يـــتم الالتزام في أي مكان في أوروبا القرن الثامن عشر بمبدأ التعلـــيم للجمـــيع المـــثالي. وهذا المبدأ سيبرز متأخراً كنتيجة للثورات الديمقراطية في ذلك القرن فقط؛ وحتى عند ذلك، لم يتحول هذا المبدأ

المثالي إلى حقيقة واقعية في معظم بلدان الغرب إلا بعد العقود الأولى من القـــرن التاسع عشر. وعندما نتفحص مناهج التعليم للقرن الثامن عشر ومـــاذا فعلته بالعلم، نبدأ بالافتراض بأن كل تلك التربية العلمية كانت تستهدف كل أولئك الذين كانوا بالأساس متعلمين. ولكن في فرنسا، كـــان على الطلبة الذكور أن يكونوا متعلمين بشكل استثنائي وقادرين على التعامل مع الأرقام إذا أرادوا أن يكونوا علميين.

أحـــد الكـــتب المدرســـية الأولى المبكرة في شرح نظام نيوتون بالفرنـــسية - كـــتاب **سـيجورْني** Sigorgne: *المؤسسات النيوتونية Institutions Newtoniennes* (1747) - اعتمد بالكامل على التفسيرات الرياضـــية، ولم يذكر الآلات أو يوضح الحركة المحلية ميكانيكياً. وقبل ذلـــك بسنوات قامت السيدة **دو شاتليه Madame du Châtelet** بتقديم مناقشات متقدمة لـــ **نيوتن** والبراهين النقدية المعاصرة لها حول مظاهـــر الفيـــزياء، كما قدمها هو (1740). وهي قد سعت أيضاً إلى مزاوجة للعلم المعاصر والميتافيزياء. وقد وضعت القليل من التركيز على علم الميكانيك وتطبيقاته؛ كان يمكن للنص (الذي قدمته) أن يكون فيه تحدٍّ للجميع (لصعوبته) ما عدا ذوي الثقافة العالية. وهي كانت مهمة في تاريخ النساء والعلم؛ ولكن لا بد من التذكر بأنها كانت تشارك في أســـلوب خـــاص للـــشرح العلمي كان يرتبط أكثر بالمرتبة والطبقة الاجتماعـــية "مما كان يتعلق بجنس المتعلم". وسيأتي التأكيد على علم الميكانيك بعد جيل من السيدة **شاتليه**. وكما تؤكده دفاتر ملاحظات طالب من عائلة **دوپون** Du Pont[32]، كانت عدة كليات فرنسية، في سنوات الـــ 1770 والـــ 1780، تدرّس فعلاً الميكانيك التطبيقي. لكن هـــذا الاختـــصاص كـــان قد أصبح متوفراً قبل ذلك بجيل كامل في الجامعـــات والأكاديميات البريطانية، خصوصاً في المحاضرات العامة وفي

الجمعيات الفلسفية. وفي سنوات الـ 1780 عندما أخذ الأكاديمي الفرنسي **كولوم** Coulomb بشرح محرك **نيوكومن** لزملائه، كان يشير إلى كتابات إنكليزية شعبية، سابقة له بأربعين سنة، لعالم الميكانيك واللاجئ الهوغونوت **دزاچوليبه**. وهو قد مضى بعد ذلك - لأول مرة باللغة الفرنسية - يشرح طبيعة تحسينات **واط**(33).

كانت كتب المعرفة المدرسية لعلم الميكانيك النيوتوني تشرح بتفصيل، وعينها على الصناعة؛ ورغم أهميتها، إلا أنها لم تكن كافية. فالمهندسون المتدربون علمياً وميكانيكياً كانوا من أصول أرستقراطية ويُهيَؤون لخدمة الجيش؛ كانوا عموماً يصبحون عسكريين في خدمة الدولة. وبعد الإصلاحات الفرنسية لسنوات الـ 1740، والتي كانت تهدف إلى تحسين التعليم الهندسي، تعززت تطلعات خريجي هذا التعليم نحو الخدمة في الدولة. كانت نتيجة تدريبهم تجعلهم جامدين عندما يتعاملون مع المواطنين، الذين كانوا ينظرون إليهم بارتياب في معظم الأحيان، لأنهم كانوا يُعتبرون ممثلين للحكومة المركزية(34). وكما سنرى بتفصيل أكبر في الفصل التالي، كان المهندسون العسكريون الفرنسيون يمتلكون معرفة ميكانيكية واسعة مكتسبة، في بعض الأحيان، من نفس الكتب التي كانت متوفرة لـ **سميتون وجسوپ**، وفي أحيان نادرة كانوا قد يعملون مباشرة مع النار ومحركات البخار. كان الفرق هو في تأثرهم العسكري وفي أوضاعهم الاجتماعية - التي كانت تُتمم وتتأكد بفهمهم للعلم من خلال الرياضيات والنظريات - بسبب علاقتهم الحقيقية والمتخيلة مع الدولة. وكل ذلك كان يكبت الاستخدام الناجح لعلومهم في الصناعة. وعلى عكس ذلك، كان "للمهندسين المدنيين" البريطانيين - وهم فئة من المهنيين الذين سموا كذلك للمرة الأولى من قبل **جون سميتون** - علاقة تبعية مصلحية مع

رجال الأعمال المبادرين ومع الحكومات المحلية التي كانت تستخدمهم أكثـــر مما كان حاصلاً لأندادهم من المهندسين العسكريين الفرنسيين. وعـــندما كـــان المهندســـون الفرنسيون يزورون بريطانيا في سنوات الـــ 1780 كانوا يُصدمون، ويتأثرون بقوة من المقاربة المساواتية التي كان المدنيون يتخذونها تجاه المهندسين[35]. كانت الصورة المكونة ذاتياً للمهندس الفرنسي تتضمن خدمة الدولة والمجتمع، ولكنها لا تتضمن أن يأخذوا تعليمات من رعايا الملك أو توظيفهم لهم.

ولهذا فإننا عندما نستحضر الوضع الثقافي في أوروبا القرن الثامن عـــشر علينا أن نضيف الرموز المتعلقة بالمولد (الطبقة) والسلطة - نظام القيم الثقافية والسياسية *للنظام القديم ancien régime* - تماماً كما نحتاج إلى فهم نظام المعرفة الذي كان يتوفر في مؤسسات التعليم الرسمي وغير الرسمـــي. كانـــت الأعـــراف العـــسكرية نافذة بقوة لدى المهندسين الفرنسيين، لدرجة أنهم عندما كانوا يهاجرون نادراً ما كانوا يصبحون مهندســـين مدنيين في خدمة القطاع الخاص؛ كانوا يسعون للعمل لدى حكـــومات أخـــرى، مركزية أو محلية[36]. وعندما كانوا ينخرطون في مـــشاريع مدنـــية، أو بناء قنوات أو موانئ، أو في تجفيف المستنقعات، كانـــت اعتباراتهم الأولى تأخذ الاحتياجات العسكرية للدولة؛ كانت الـــتجارة والأعمال تأتي بعد ذلك. لكن ذلك لم يكن في كل الأحوال ولكـــن بشكل عام، وذلك بسبب نظامهم التربوي؛ كانوا يميلون إلى "ازدراء الأدوات التي كانت صناعية في بداياتها"[37].

العلم وأفول الجمهورية الهولندية

عـــندما يتحدث المؤرخون عن القارة الأوروبية في القرن التاسع عـــشر ويـــتطلعون إلى بلد ما لمقارنته ببريطانيا فإنهم يلتفتون حتماً إلى

الجمهورية الهولندية. ففي نهاية القرن السابع عشر كانت تلك الجمهورية هي البلد الناجح الذي لا بد من محاكاته ومنافسته، وكانت كل من فرنسا وألمانيا تحاولان ذلك بالتحديد[38]. ونحن نتوقع أنه عندما تم نصب محرك **واط** قرب پادوا في إيطاليا، في سنوات الـ 1790 المبكرة، "أذهل المهندسين هنا، ولم يستطع أحد منهم أن يفهمه"[39]. لكن حكمنا المسبق لصالح الهولنديين الأغنياء بالتجارة - لأنهم كانوا مستقلين وأحراراً نسبياً، مقارنة بالدول حيث كانت محاكم التفتيش ما زالت تلعب دوراً - قد يكون قد تأثر بتوقعنا منهم في القرن الثامن عشر أكثر مما كان بمجتمعهم وثقافتهم قادرين على الإنجاز.

ومن البديهي، من النقاش في القسم الأول من هذا الكتاب القول إن الأراضي المنخفضة كانت أيضاً من المناطق الأكثر تقدماً علمياً في القرن السابع عشر في أوروبا. كان ترتيب العلميين الهولنديين **بيكمان وهويغنز**، من بين آخرين، يأتي بين الميكانيكيين الطلائعيين في جيليهما. كانت الجامعات الهولندية من بين أول من تجاوب مع الديكارتية ثم مع النيوتيونية، قبل المراكز الأخرى للتعليم العالي في القارة الأوروبية. وفي حين أن ذلك لم يكن مدهشاً في حالة الديكارتية، لأن اختراقها كان ملحوظاً أيضاً في الأراضي المنخفضة الإسبانية (بلجيكا اليوم) في سنوات الـ 1670، فإنه بدون أدنى شك كان مدهشاً في السرعة التي تم فيها قبول النيوتونية في الجمهورية الهولندية. وبالمقارنة، كانت الجامعات البلجيكية المتقدمة عبر الحدود، فقط في **لوڤان** (كانت **لوڤان** أولاً تحت السيطرة الإسبانية، ثم النمساوية بعد ذلك)(*) قد توّجت ديكارت على عرش العلم في سنوات الـ 1670، وأبقت ذلك المقام غير ملوث دون الحديث عن خلعه، إلى مرحلة متقدمة في القرن الثامن عشر[40].

(*) بسبب انتقال عرش الهابسبرغ من إسبانيا إلى النمسا. [المترجم]

وبشكل مماثل، كان طحن العدسات في هولندا، وغير ذلك من أعمال البصريات المتفوقة قد أنتجت الأوساط الحرفية المتقدمة، حيث اخترع **أنطون ليفنهوك** Anton Leewenhock الميكروسكوب، وحيث تميزت ليدن في المرحلة المعاصرة المبكرة كمركز للتربية الطبية. لم يمتلك أي بلد على القارة صحافة أكثر حرية أو أكثر نفاذاً إلى الأطروحات العلمية من الجمهورية الهولندية.

كان النيوتوني الأهم على القارة، قبل عام 1750، هو الهولندي، العالم وأستاذ الفيزياء في ليدن، **زچرافسند**؛ فقد تميز كمروِّج ومبسِّط لعلم الميكانيك. وعندما تراجع نظام التعليم العلمي الهولندي، بحلول سنوات الـ 1750، حصل ذلك من موقع كان فيه، قبل ذلك، بدون منافس له تقريباً. كان العلميون الهولنديون، وبشكل فريد في القارة الأوروبية - مثل **بورهاڤ** **وزچرافسند** **وپتروس ڤان موسكنبروك** Petrus Van Musschenbrock (1692–1761) - قد تعلموا تعديلات **نيوتن** الثورية للفلسفة الميكانيكية مباشرة من المعلم نفسه، أو من مساعديه وأتباعه المباشرين، مثل **صمويل كلارك** أو **أرشبلد پيتكرن** Archibald Pitcairne الذي كان أستاذاً للطب في ليدن عام 1693. وقد سعى النيوتونيون الهولنديون بدورهم إلى إزالة الديكارتية، وبشكل نهائي، من مناهج الجامعات. وقد كتب **موسكنبروك** إلى العجوز **نيوتن** معبراً عن إعجابه، واضعاً جهوده لصالح العلم، بشكل مختصر:

> **حيث إنني أحد المعجبين بحكمتك وتعاليمك الفلسفية، والتي قد جربتها عندما كنت في بريطانيا في محادثات عادية معكم، فإنني لا أرى خطأً في اتباع خطواتكم (وإن متأخراً جداً) في الالتزام بالفلسفة النيوتونية ونشرها. وقد بدأت فعل ذلك في الجامعات، حيث كانت قد انتعشت الديكارتية المتألهة؛ وقد نجحت في ذلك، حيث أصبح هنالك أمل في أن تُرى الفلسفة**

> النيوتونـــية على أنها الحقيقة في القسم الأعظم من هولندا، مع مديح لكم. وهـــي كانـــت سوف تزدهر حتى أكثر من ذلك، لولا مقاومة بعض الأحكام المـــسبقة وبعض اللاهوت ذوي الاجتهادات الخاصة. لقد حضّرت خلاصة وافية للمبتدئين، والتي بها - إذا لم تزعجكم بشكل كبير - سأكون راضياً. وسأجتهد دائماً لخدمة أحكم الرجال الذين أنجبتهم هذه الأرض إلى اليوم[41].

كـــان موســـكنبروك في لندن عام 1719، وسعى بعد عودته إلى الأراضـــي المنخفضة إلى تعليم نظام نيوتن في دويزبرغ وأوترخت[42]. وقـــام النـــيوتوني الذي لحقه، زچرافسند، مثل بورهاڤ قبله، بالتزام مـــشروع مماثـــل في ليدن، حيث أنه كان قد تعلم الفلسفة الميكانيكية الجديدة من معلمها. وفي عام 1718 كتب زچرافسند - معجب آخر مفتون - إلى نيوتن حول كم كان صعباً تعليم *برنسيبا*، وعن جهوده في اســـتخدام الأجهزة الميكانيكية لجذب اهتمام تلاميذه. وكان هو أيضاً قلقاً من مقاومة اللاهوت:

> لقـــد بدأت آمل أن الطريقة في التفلسف التي يجدها المرء في هذا الكتاب ســـتكون متبعة أكثر فأكثر في هذا البلد، على الأقل أنا أمدح نفسي، ببعض الغـــرور، بأنني حصلت على بعض النجاح في إعطاء طعم من فلسفتك في هـــذه الجامعـــة؛ وعندما أتحدث إلى الناس، من الذين أحرزوا بعض التقدم فـــي الرياضـــيات، كنت أضطر لتجهيز عدد من الآلات لنقل قوة الفرضيات التـــي قـــد يكونـــوا لم يفهموا إيضاحاتها العملية. وبالتجربة أعطي برهاناً مباشـــراً علـــى طبـــيعة الحركات المركبة، والقوى المائلة، والافتراضات الأساسية المتعلقة بالقوى المركزية[43].

ومـــثل أنداده البريطانيين كان زچرافسند قد واجه جهلاً رياضياً بين مواطنيه وطلبته. معظمهم كانوا يأتون من الخارج، وكمدرّس جيد كـــان يتجاوب مع ذلك الجهل بتقديم الإيضاحات العملية التي ترتكز علـــى الآلات والأجهزة. وكانت ممارساته مماثلة لمساعده المقرب جداً، دزاچوليـــيه الذي، هو أيضاً، أعطى محاضراته الميكانيكية في الجمهورية الهولـــندية (على الأرجح بالفرنسية)، حيث تمت ترجمتها بعد ذلك إلى

الهولندية ونشرت[44]. وقد تشارك **زچرافسند** مع **دزاچوليه** في الحماس للتطبيقات الصناعية للآلات وفي اهتماماته بمحرك البخار المبكر[45]. وبالفعل كانت بعض واجبات **زچرافسند** كأستاذ للفلسفة الطبيعية في ليدن - وهي وظيفة حصل عليها بتدخل من **نيوتن** - تتضمن مسح وسائل النقل المائية في الجمهورية وتحسينها[46]. كان **زچرافسند** في الطريق ليصبح مهندساً مدنياً.

بالإضافة إلى ذلك، كان **زچرافسند** ينتمي إلى دائرة من الناشرين والصحفيين، كان العديدون منهم من الهوغونوت الفرنسيين الذين كانوا مهمين بشكل فريد في نقل الفلسفة النيوتونية من خلال صحفهم الناطقة بالفرنسية. وكانوا قد أصبحوا بين القلة من أوائل المواطنين أو المقيمين في الجمهورية الهولندية الذين جُعلوا زملاء في الجمعية الملكية[47]. ويمكن أن تُحسب دائرة **زچرافسند**، في ليدن ولاهاي، اليوم على أنها الأولى في أي مكان في قارة أوروبا تقبل علم **نيوتن** من كل قلبها وتروّجه بشكل كفاحي. وفي المناطق البعيدة التابعة للإمبراطورية الهولندية، مثل سورينام، كانت الجهود الترويجية لهذه الدائرة التي تشكلت كجمعية أدبية خاصة بنغمة ماسونية، قد بدأت تؤثر مبكراً منذ عام 1723[48]. وبشكل أهم، كانت الجهود الترويجية باللغة الفرنسية، لغة معظم النخب المتعلمة في أوروبا القرن الثامن عشر، وكذلك بين الهولنديين.

وجاء من الصفوف المدرسية لـ **زچرافسند** في ليدن الجيل الهولندي الثاني من النيوتونيين الذين أخذوا هذا العلم المشروح بشكل ميكانيكي إلى الكليات والجامعات الهولندية الأخرى، إلى فرنكر، وهردرڤيك، مثلاً، وكذلك إلى أمستردام. لكن الأطروحات في الفيزياء، كانت رياضية بالكامل ولم تظهر أية منها بشكل حديد

بحيث تستطلب أن تترجم من اللاتينية الأكاديمية – اللغة التي كتبت بها – إلى الفرنسية أو الهولندية. كانت هنالك بعض المحاولات للخروج بها إلى أبعد من الأكاديميين. كان يعطي المحاضرات العامة في أمستردام عام 1718 **فهرنهايت** Fahrenheit – وهو العالم الذي أصبح مشهوراً بنظام درجاته في قياس الحرارة – وكان قد اشتغل عن قرب مع **زچرافسند** واستخدم الأجهزة الميكانيكية[49]. وقد دام تأثير المعلم إلى نهاية القرن في المجتمع العلمي الهولندي، في هارلم، وفي الفكر العلمي للنيوتوني والإصلاحي الثوري **جي. أتش. ڤان سويدن** J.H. Van Swiden. بالإضافة إلى ذلك اعترف الفيلسوف الفرنسي **ڤولتير** بأنه تعلم الكثير من تفسيرات **زچرافسند** المطولة عن نظام **نيوتن**، وكذلك قبله المحاضر الفرنسي الأهم في النصف الأول من القرن، الأب **نوليه**.

ويمكننا أن نسأل الآن، ماذا حصل؟ بعد هذا الاندفاع المبكر الفائق بدا وكأن العلم الهولندي قد توقف. وفي أواسط القرن، لم تُظهر الجمهورية أي برنامج واسع للتربية العلمية الشعبية يستهدف المراهقين والتجار أو الجماهير النخبوية، ليس من شيء يُقارن بالجهود المرئية في بريطانيا في ذلك الوقت تماماً. كان السبات العام في العلم قد ظهر أيضاً في الجامعات. وبحلول عام 1750 كانت جامعة ليدن قد سقطت من ذروة المجد العالمية وتضاءل عدد طلابها الأجانب بشكل كبير. كانت النخبة الهولندية – من أصحاب الأراضي والتجار وكذلك طلبة اللاهوت المتواجدين دائماً – قد استمرت في الحضور، لكن حماس الجيل السابق كان قد اختفى. ويبدو أن القليل من العلم الأصيل كان يُنتج. وأسباب هذا التغير معقدة ولا بد من معالجتها. وهي تعود إلى تاريخ العلم الهولندي، ولكن كذلك إلى السؤال عن كيف يمكن تفسير

التأخر الهائل الذي ظهر عام 1800 في الجمهورية. واستخدام البخار لم يكن سوى واحد من المؤشرات، ففي عام 1800 كان هنالك ستة وستون محركاً في بلجيكا، وكلها تقريباً تُستخدم في مناجم الفحم، وخمسة فقط أو أقل في الجمهورية الهولندية[50]. وفي عام 1816، تبعاً للأعداد الحكومية، كان هنالك ثمانية وأربعون محركاً تعمل في فرنسا. وفي عام 1850 كان هنالك 2000 في بلجيكا وحوالي 300 في هولندا. وعلى امتداد القرن الثامن عشر نافست الجمهورية الهولندية انكلترا واسكتلندا وربما تفوقت عليهما في عدد المتعلمين وسكان المدن، كانت نظم النقل والتصنيع فيها عموماً كفوءة. لم يكن هنالك مصانع ممكننة، وفي معظم الأحيان كانت الخيل أو قوة الرياح هي التي توفر الطاقة، وفي بعض الأحيان كان حرق الفحم في المصانع التي كانت تستخدم أكثر من 200 عامل (كان واحد من المصانع على الأقل لتصفية الملح يدار بالنساء)؛ وكان يمكن رؤية هذه المصانع على امتداد البلدات والمدن في سنوات الـ 1790[51]. لكن تلك المصانع - التي كان عددها أكثر من 1,100، وغيرها من التي أقيمت بعد ذلك - لم تطور بشكل عام المكننة الجديدة أو تستخدم البخار، إلى فترة متقدمة في القرن التاسع عشر. وعندما غزا الفرنسيون الجمهورية الهولندية عام 1795 صدموا بجودة العمالة الهولندية وبنظم القنوات فيها. وفي سعيهم لفهم التقنيات الهولندية كان الفرنسيون يهدفون لتحسين مصانعهم هم. لكن مهندسيهم لاحظوا أيضاً الغياب النسبي لمحركات البخار، وناقشوا مشكلات استخدام طاقة الرياح في تجفيف المناطق المنخفضة تحت سطح البحر [التي استصلحها الهولنديون][*].

(*) من المعروف أن هولندا جففت واستصلحت أراض واسعة تحت مستوى البحر باستخدام السدود التي تمنع تسرب مياه البحر. [المترجم]

وحـــوالي منتصف القرن كان التعليم العلمي في الكليات الهولندية يعكـــس غياباً عميقاً لأي اهتمام بالميكانيك التطبيقي، ليس فقط لدى الأساتذة، ولكن أيضاً لدى قسم من النخب الهولندية[52]. وفي أواسط القـــرن حاول صانع أجهزة متنقل أن يحصّل عيشه في الجمهورية ولكنه في النهاية عاد فاستقر في ليبج[53] في بلجيكا. وعندما دُعي **جايمس واط** عـــام 1790 ليحاضـــر في الجمعية العلمية في روتردام، نصحه مضيفه وصـــديقه – المستورد الأهم لمحركات البخار إلى الجمهورية – **جاي. ڤان لندر** J. Van Liender، "أعطِ كل ما أمكن من التفسيرات، وحتى أكثر بكـــثير، كما فعلتَ عن المحرك للجمعية البتافية، لأن كل واحد هنالك لـــن يفهم إلا القليل عن الموضوع"[54]. وفي واحدة من أبرز الجمعيات الفلـــسفية في تلـــك الحقبة، عندما كانت كل المعرفة التقنية توضع في النـــصوص المنـــشورة، لم يكن هنالك اهتمام بين أعضاء الجمعية حتى يحاولوا اكتساب تلك التكنولوجيا الجديدة.

لكن رد فعل روتردام على محاضرة **واط** يمكن أن يكون مضلّلاً. فمحـــركه كان، ومن بعيد، الأكثر تعقيداً في تلك الأيام، والفشل في فهمـــه كان لا يعني بالضرورة غياب الاهتمام بعلم الميكانيك. وبالفعل كـــان الاهتمام بدراسة الميكانيك التطبيقي في الجمهورية الهولندية، في العقـــدين الأخيريـــن مـــن القرن، (كما في فرنسا)، قد تزايد بشكل ملحـــوظ. كانـــت الجمعـــية العلمية الأولى للنساء، في أي مكان في أوروبـــا – والتي كانت تقع في مدلبورغ في محافظة زيلاند الهولندية – قـــد أخـــذت كتب الأب **نوليه** في الميكانيك التطبيقي لتكون الكتب الأولى في جهـــود الـــتعلم الـــذاتي. كانـــت الدروس تأتي من الملتزم بـــ **فولتير، دانيل رادرمرشيه** Daniel Radermarcher، وبقدر ما كان بالإمكان إعادة تشكيل محاضراته، فإنها كانت تشبه التأكيد الذي

كانت تضعه المربية البريطانية **مرغريت بريان** حول التقوى وعلم اللاهوت الفيزيائي. وحوالي نفس الفترة، كان محافظ مدينة مدلبورغ يحاول أن يجعل نفسه مطلعاً في علم الميكانيك حتى يستطيع أن يفهم بشكل أفضل ماذا كان المهندسون يقولون حول مرفأ المدينة. ولكن، هنا أيضاً، عندما كان اقتصاد المدينة يعتمد بشكل حرج على قدرتها في تجفيف أراضيها المنخفضة عن سطح البحر وحفظها من أن تعود لتمتلئ بالطمي، لم يعمل الحكام المحليون على جلب مستشارين أجانب، ولا - بقدر ما نستطيع أن نقول - فكروا أبداً باستخدام المحركات للمساعدة في تجفيف تلك الأراضي المنخفضة[55]. كانوا يعتذرون عن ذلك بسبب الكلفة العالية كعامل أساسي. وكما سوف نرى في الفصل التاسع، ليس من الواضح إذا كان الهولنديون يعرفون الكثير حول توفر التقنيات الحديثة التي كان يخطط لها في بريستول في بريطانيا في نفس تلك اللحظات تماماً.

وبشكل عام، ومع أواسط القرن، كانت النخبة الهولندية التجارية تقدر قيمة علم الفلك في الإبحار، ولكن ليس الميكانيك التطبيقي في الصناعات التحويلية[56]. وكذلك، في أواسط القرن، كان ينقص مكتبات بعض الكليات التقنية الهولندية بشكل ملحوظ الكتب في علم الميكانيك التطبيقي. وفي مدلبورغ، مثلاً، لم توظف الكلية المعادلة للجامعة المحلية أستاذاً في علم الميكانيك إلا متأخراً إلى سنوات الـ 1750؛ كان هنالك بالطبع أساتذة في علم الفلك والتاريخ والعلوم المدرسية التقليدية الكلاسيكية[57]. وفي مكتبة أكاديمية هاردفيك - حيث كان العلم الجديد واضحاً في وجوده خلال النصف الثاني من القرن السابع عشر - كان التركيز في القرن الثامن عشر يبدو في القانون، والطب واللاهوت أكثر مما كان علمياً أو في الميكانيك، مع

استثناء ملحوظ لأعمال **زچرافسند ومسكنبروك**[58]. لكن هنا توقفت عملـــية الحصول على كتب الميكانيك والفيزياء. فقط متأخراً في القرن الـــثامن عشر، يمكن أن نبدأ برؤية ما يشير إلى وجود محاضرات علمية عامـــة في محافظـــة چلدرلند، كانت تستهدف جمهور التجارة والمهن والصناعة؛ وكانت تلك الجهود - كما هو متوقع - برعاية الأكاديمية العلمية المحلية والماسونيين[59].

وقـــد أصـــيبت بمثل هذا النقص بالاهتمام العلمي الأكاديمية في دڤنتر؛ كان على أهالي الطلبة التقدميين أن يتحولوا لإرسال أطفالهم إلى أمـــاكن أخرى في القارة، أو إلى أمستردام، حيث كانت قلاقل شعبية على أشدها في سنوات الـــ 1760، من أجل إصلاح التعليم العلمي[60].

بعـــض المجموعات، من ذوي المصلحة المكتسبة من الواقع السائد في ذلـــك الوقت، أحبطت نمو ثقافة علمية نابضة بالحياة. فقد حصَّلت النخبة التقليدية أموالها من التجارة الدولية، وكانت ثروتها من الضخامة بحـــيث كانـــت نادرة الأشياء الأخرى التي قد تجذب انتباهها. كانت سلطتها نابعة من البلدات والمدن، ولم تكن هنالك سلطة مركزية تعطي وزنـــاً مقـــابلاً لـــنفوذها. كان الإكليروس التقليدي قد أصبح متقبلاً للمواقـــف الفلـــسفية التي تقوض العقائد الكاثوليكية، وبالتالي المفاهيم السكولـــستيكية، لكن اهتماماتهم كانت تقف عند ذلك الحد. وبحلول سنوات الـــ 1730 كان الإكليروس يقود ردة الفعل في وجه التأثيرات الخارجية، ردة فعلٍ يغذيها الشعور المتزايد الواضح بالركود والانحطاط. في دڤنتر، كان الإكليروس الكالڤيني المحلي يبدو مسيطراً في الأكاديمية، وقـــد حـــافظ على مناهج كانت مجدَّدة في القرن السابع عشر ولكنها أصـــبحت مناقضة للتطور التاريخي في أواسط القرن الثامن عشر. وفي حين، ربما، كانت الكالڤينية في القرن السابع العشر قد أنتجت علميين

عقلانيين مثل **بيكمان**، كان الإكليروس الكالڤيني المستقيم في القرن الثامن عشر قد أصبح متوحساً من البدع لدى المدنيين. بالإضافة إلى ذلك، أفرزت سلطة الاستقامة الكالڤينية رأياً عاماً منتشراً معارضاً لمظاهر في العلم الجديد، مثلاً، التطعيم ضد الجدري[61]. وفي أواسط القرن كانت حفنة من الإصلاحيين الهولنديين فقط مدركين بأن شيئاً ما قد فسد في جودة جهود التعليم الهولندي وكميته، سواء العلم النظري أو التطبيقي.

ومن الممكن توضيح المشكل بنظرة إلى خليفة **زچرافسند**. فبحلول سنوات الـ 1740 كان مدير دائرة الفيزياء الجديد في جامعة ليدن **جي. أس. ألماند**. كان يعطي القليل من الاهتمام لمكتبة الدائرة ومختبرها[62]. وليس هنالك سجلات عن كونه قد درب طالباً واحداً قام بمساهمة ذات معنى إلى العلم الهولندي. وفي بعض الأحيان كان الطلبة الذين لا تميئهم الجامعة بشكل جيد يثأرون بطريقة غير مقصودة. فقد قام طالب شاب ونبيل صغير من النبلاء الهولنديين من فرايسلاند، وطالب لـ **ألماند**، بتوريث عائلته يومياته الخاصة. وفيها يجد المؤرخ وصفاً محبطاً، بل وممتعاً، لكيف أصبح العلم في ليدن باهتاً بعد **زچرافسند**. وعن **ألماند**، كتب **هسّل ڤان كلايبرغن** Hessel Van Claebergen على أنه أخذ وقتاً طويلاً في رصد شخصيته وهو يعتبره كصديق.

> **إن *ألماند* هو عالم متميز بسعة ذاكرته، لكنه يمتلك معرفة واسعة أكثر منها عميقة في الكثير من العلوم. الميتافيزياء أكثر من الفلسفة هي دراسته الأساسية، حيث كان قد حقق تقدماً ملحوظاً بالاستعانة برياضيات زچرافسند... وهو يستخدم آلات زچرافسند في التعليم. ولديه العديد من الأفكار الفريدة حول الدين، ويستخلص كل الميتافيزياء بطريقة تساير الكتاب المقدس. وهو حيوي جداً ويحب الصحبة الاجتماعية والتسلية مع ذوي الروحانيات. وإذا كان لديه عادة سيئة واحدة فهي السياسة.**

وقــد قام **ڤان كلايبرغن** وأخته، كليهما، بالتجارب المخبرية مع **ألماند**، الـذي كان زائراً دائماً لمنـزلهما. لكن من الواضح أن عالَم الأستاذ الثقافي، عـندما لم يكن مستوعَباً في المجتمعات العليا، كان مستغرقاً في الجامعة وفي السياسة العامة، و لم يكن هنالك أية إشارة بأنه كـان يقوم بعلم جدي أو بأن أحداً كان يتوقع منه ذلك. وبعد عقود مـن شراء **زچرافسند** للأجهزة الميكانيكية، كان **ألماند** ما زال يستعمل نفـس تلك الأجهزة. ويمكنك أن تستذكر الشخصية الخيالية المعاصرة لـ **ألماند** دكتور **پاچلوس** في رواية **ڤولتير** *كانديد Candide*. كان **پاچلـوس** يمـارس نوعاً من الميتافيزياء ويدرِّس حول كيف كان ذلك الوضع الأمثل بين كل العوالم. ويمكننا أن نجد في **ألماند** مثيلاً له في الحياة الحقيقـية. وبالنسبة لـ **ڤان كلايبرغن** (عندما لم يكن يعالج من مرض في جهازه التناسلي)، كانت وجهة نظره بأن العلم يجب أن يكون جزءاً مما كـان علـى النبيل الهولندي المتعلم أن يعرف عنه، ولكن ليس ليمارسـه. ويومياته لا تسجل أي اهتمام بالصناعة أو العلم التطبيقي؛ فالأراضـي وريعهـا كانت الثروة، وكذلك وبشكل خاص الوظائف الحكومية[63]. كان يرى في صانع الأجهزة العلمية العملية مجرد "فلاح".

ويفترض المؤرخون أحياناً أن الهولنديين لا بد كانوا مطلعين على أحـدث التكنولوجـيا والعلم[64]. ولكن إذا كانت النخبة التجارية في جمهـورية هولندا غير مهتمة في استثمار التطبيقات العلمية، مَن غيرها كـان يمكـن أن يكون؟ وإذا كانت الدولة الفرنسية القوية الملامة في الأحاديث التقليدية عن التأخر في عملية التصنيع في القارة، لأنها كانت تطفلـية أكثـر من اللازم، فإن حكومة ضعيفة مصحوبة بنخبة قليلة الاهـتمام لم تفعل الكثير لتحسين الاقتصاد الهولندي أو النمو الثقافي. وللانحطـاط مكـون ثقـافي يتضمن الثقافة السياسية وكذلك النظم

التعليمـــية. وهـــنالك نقطة تستحق أن تبقى في الأذهان عندما تسعى مجـــتمعات صـــناعية مـــتقدمة في أواخر القرن العشرين، مثل مجتمعنا الأميركـــي، أن تبحر في عوالم أكثر تعقيداً تكنولوجياً وأكثر تنافسية. لقـــد تـــراجعت الجامعـــات الهولندية نتيجة عدم الاكتراث والعمى، وكذلك لأنه لم يكن هنالك محرك من الكنيسة أو الدولة يستحثها على المنافـــسة مـــع منافسيها البريطانيين أو الأوروبيين الآخرين. وسواء في أواخـــر القـــرن الثامن عشر أو في القرن العشرين، فإن عدم الاهتمام بالعلم والتكنولوجيا لا يبشر بالخير في أي مجتمع.

وخـــلال انحطاطهـــا، كانت الجامعات الهولندية تحافظ بحسد على احتكارها للتعليم. جامعة عارضت ليدن إقامة أية مؤسسات منافسة، على الأقـــل جـــزئياً؛ ولم تـــبدأ الجمعـــيات العلمية الهولندية تتشكل، بسبب معارضـــتها، إلا بعـــد 1752. وفي تلك السنة انطلقت أول جمعية علمية هولندية، *الجمعية الهولندية للعلم* De Hollande she Maatschappijder Wetenschappen في هـــارلم[65]. وتقريباً، وعلى عكس كل الأكاديميات العلمـــية الأخـــرى في القارة، كانت تلك الجمعية (مثل الجمعية الملكية في لندن) مؤسسة خاصة بدون علاقة رسمية مع الحكومة، وحتماً بدون علاقة مع الملك، إذ كان شبه مستحيل وصف الملكية الهولندية (stad halderate) بالملكـــية المطلقة المشابهة لما كان موجوداً، مثلاً، في فرنسا وبروسيا وإسبانيا أو روســـيا. كانـــت جمعية هارلم مدعومة باشتراكات أعضائها، وبذلك كانت تعكس اهتمامهم مباشرة، بشكل أقرب مما كانت عليه الأكاديميات الرسمية المخولة من قبل التاج.

ومـــسح لوقائع الجمعية الهولندية، خلال العقود الأولى القليلة من وجـــودها، يعكـــس اهتماماتها، وبالتالي، يكشف بأن أكثرية أعضائها - مـــن الإكليروس والتجار والأرستقراط والقانونيين والأطباء - كانوا

يفضلون أنواع معينة من الاستقصاءات العلمية على غيرها. كان الدين المسيحي الطبيعي، أو اللاهوت الفيزيائي، منتشراً في نقاشاتهم، وكذلك كان علم الفلك المتقدم في ذلك الوقت وآخر المشكلات الطبية. كان بعض الميكانيك التطبيقي يُشرح مطولاً على طريقة زجرافسند أو دزاچوليه، ولكن ذلك كان كمظهر جانبي في وقائع الجمعية. وكما كان متوقعاً كان الاهتمام واسعاً في بناء القنوات والسدود، وكذلك وبشكل لافت الإبحار، رغم أن القليل كان يذكر عن المستجدات الأجنبية في علم حركة السوائل أو توازنها. ومثل معظم الجمعيات العلمية الأوروبية، والأكاديميات، كانت الجمعية تطرح أسئلة سنوية وتعطي عليها جوائز؛ ولكن بشكل لافت، فقط في عام 1787 بدأت الجمعية بتوجيه انتباهها إلى السؤال حول العلاقة بين الصناعة والتجارة. لكن في تلك السنة من الثورة(*)، لم يتم التقدم بأية إجابات على ذلك السؤال[66]. لم تكن الصناعة من الأمور التي تهم المجتمع الهولندي في تلك اللحظة المضطربة سياسياً. نحن، فقط لأننا نحاول أن نجيب على الأسئلة الأكبر في تاريخ النمو الأوروبي، يمكن لنا أن نعلق على العمى النسبي لتلك الجمعية العلمية الهولندية الرائدة وللجمهور بشكل عام.

وبالتالي، إذا كانت الجمعية العلمية الرائدة - على عكس الجمعية البريطانية في لندن - لم ترع المستجدات التكنولوجية، لربما كان هنالك أفراد غريبو الأطوار قاموا بذلك. وبشكل لافت كان نادراً المثيل الهولندي للمحاضر البريطاني المتنقل، الذي يكتسب عيشه من الرسوم التي يدفعها جمهور محاضراته، قبل سنوات الـ 1760. كانت الصعوبة تكمن بالتحديد في غياب اهتمام ذي معنى بالتعليم العلمي والميكانيكي

(*) سنة اضطرابات سياسية في هولندا. [المترجم]

لـــدى النخـــبة التجارية القديمة، أو في مجتمع التجار، خصوصاً خارج أمستردام. وعندما بدأ المحاضرون المتنقلون يظهرون، كان ذلك عموماً بعد عام 1760 وبشكل واسع في أمستردام. وفي ذلك الوقت، كانوا قد أصـــبحوا يديـــنون بأصـــوات عالـــية غـــياب المـــستجدات العلمية والتكنولوجية، والذي كانوا يعزونه إلى الجمهورية. وقبل أن ننتقل إلى جهـــودهم، علیـــنا أن نلحظ ما كان، إلى ذلك الوقت على الأرجح، صـــورة باهـــتة جداً باللون الأبيض والأسود، في الوضع الهولندي وفي تصورنا لانحطاطه.

ففـــي أواخر سنوات الـــ 1740 كان النقاد الراديكاليون للنظام السياسي والاجتماعي القائم، والمتمركزين في أمستردام، يدينون الفساد واللامـــبالاة التي كانوا ينسبونهما إلى النخبة الحاكمة التي كانت تلقب بـــ *الأوصياء* *regenten*، الذين كانوا يحتكرون الثروة، وكذلك المراكز الحكومية في البلدات والمدن. كان الراديكاليون يضعون اللوم على طبقة كاملـــة لمـــا كان معاصريهم يصفونه بأنه قرن من الانحطاط؛ انحطاط، بالطـــبع، بالنسبة للرفاهية والشخصية الخلاقة التي كانت للجمهورية في القـــرن الـــسابع عشر، في الفترة التي كانوا يسمونها *القرن الذهبـــي* *Gouden Eeuw*.

ولكـــن يمكـــن رؤية انحطاط الأراضي المنخفضة بمعيار اقتصادي موضوعي بالكامل. ويمكن الجدال بأنه لم يكن سوى نتيجة عدم قدرة بلـــد صغير (سكانه أقل من مليونين) على المنافسة في اقتصاد غربـــي ذي توجه متزايد نحو الاستهلاك. كان منافسوه الأكبر والأكثر توحداً، خاصـــة في بـــريطانيا العظمى وفرنسا، يتمتعون بسوق محلية أكبر بما يكفي. لم يكن عليهم الاحتفاظ بتجارة خارجية واسعة حتى يستطيعوا المنافـــسة. لكن الجدالات الاقتصادية لا تلغي أو تهمل المبررات الثقافية.

وبالنسبة للأراضي المنخفضة في القرن الثامن عشر، فإن من الصعب إهمال مفهوم الانحطاط كظاهرة ثقافية، ليس على الأقل بسبب الاتهامات التي طرحها المعاصرون والتي يبدو أنها كانت ناتجة من بحوث في قضية واحدة على الأقل، وهي غياب اهتمام النخبة بالتعليم العلمي المفيد في الصناعة. وقد أشار الراديكاليون في أواخر سنوات الـ 1740 بالتحديد إلى السبات الفكري في العلوم، وكذلك إلى الانحطاط في الصناعات التحويلية[67]. وبالفعل، عام 1751، كان نائب الملك الجديد وليم الرابع، الذي أعيد إلى السلطة، قد تحرك بما يكفي لإقامة هيئة تدرس انحطاط النشاط التجاري والصناعي، لكن لم ينتج شيء عن هذا التقصي[68].

كان راديكاليو أمستردام يريدون إعادة نائب الملك إلى السلطة عام 1748، لأنهم رأوا فيه وزناً مقابلاً لنفوذ الأوصياء الفاسدين. ولكن بعد فترة وجيزة أصيب الراديكاليون بخيبة أمل حتى مع نائب الملك، الذي حكموا عليه وبحق على أنه غير فعال. كانوا أيضاً أقل تقديراً للإصلاحيين الذين كانوا ينتسبون إلى محيطه في لاهاي، وبعد فترة من المراعاة لهم. كان مستشار وليم الرابع الأول، ولاّم بنتنك Willem Bentinck، يريد تأهيلاً كاملاً لمؤسسات الجمهورية، وإقامة حكومة مركزية قوية على النموذج البريطاني، وقد كان لديه اهتمام بالحياة الثقافية والجامعية. وكان قد عمل، مثلاً، على تعيين رجال الدين المتحررين في جامعة ليدن؛ كان رجل علم ذا اهتمامات فكرية واسعة. كان، هو أيضاً، قلقاً من الانحطاط، وكان يريد القيام بشيء ما بشأنه.

وفي الأجواء الاجتماعية لنائب الملك، كان التعلم العلمي يتمتع بمكانة مرغوبة. كانت الأرستقراطية المتنورة في لاهاي – تقودها عائلة

بتنك - الصديقة لكل من **ديدرو وروسو** - تحضر محاضرات علمية في غاية التقدم، وكانت تلك المحاضرات العامة المبكرة في الجمهورية توفر فرصة مرحب بها للمؤرخ ليقارن ماذا كان المحاضر هنا يعتقد أنه كان موضع اهتمام، مع المحاضرات المماثلة التي كانت تُعطى بشكل عادي في انكلترا وفرنسا.

وفي محاضرات **صموئيل كونج** Samuel Koenig - وكان مقرباً من مدام **دو شاتليه وفولتير** - كانت العلوم الجديدة تُفسَّر بشكل تفصيلي، من **كوبرنيكس** إلى **غاليليو وكابلر وديكارت ونيوتن وليبنز**، وكذلك كانت التجارب المختبرية لـ **بنجامن فرانكلن**؛ كانت كلها تفسَّر مطولاً على أنها الإنجاز الفريد للحضارة الأوروبية. وقد مدح **كونج ديكارت**. وفي ذلك الوقت كان يتحدث بحذر عن إنجازات **نيوتن**، رغم أنه اتهم بعض أتباعه بأنهم يحاولون إعادة إدخال النوعيات المستترة التي كان يتم تجنبها بحذر من قبل الميكانيكيين في القرن السابع عشر. وبالفعل كان **كونج** يجادل على أن الفيزيائي الحق ليس ديكارتياً ولا نيوتونياً، وكان يؤكد أن العلم الحق يعرِض الخالق على أنه المولى الأوحد في الطبيعة. كان اللاهوت الفيزيائي المنسوج بمهارة بتأكيدات العلم والرياضيات يُعتبر مفيداً للحرف والتجارة. وأعطى **كونج** مكانة فخر للكيمياء، لقانون **بويل**، ولظواهر الكثافة والمسامية في الأجسام. ومن بين الأجهزة القليلة التي كانت تُعرض، كان هنالك توضيحات للميكروسكوب. وطمعاً في إرضاء الجمهور، كانت النظريات البيولوجية تناقش. وفي القسم عن علم الحركة كانت تفسَّر نظرية التثاقل الكوني، بما في ذلك المبادئ النيوتونية، وكان **كونج** يقدم الرياضيات المتطورة نسبياً. وفي الواقع، ومن أجل أهدافنا، كانت المظاهر الأكثر معنى في المحاضرات تتمثل بجودة الإيضاحات الرياضية

التي كانت تُستخدَم بحرية في غياب كلي للأجهزة الميكانيكية. ولنا في محاضرات **كونج** مثل على مجموعة محاضرات علمية، أكثر تقدماً وأكثر شمولـــية عن كل ما كان متوفراً بشكل روتيني لجمهور بريطاني في تلك الفتـــرة. كـــان **كـــونج** يعطي لمستمعيه ما كان يعتقد أنهم يستطيعون اســـتيعابه، وما كان ضمن اهتماماتهم[69]. كانت التطبيقات الصناعية والعملية تعني القليل للأرستقراطية أو لموظفي الحكومة في لاهاي. كانوا يفـــضلون إعطـــاء أهمية لتطبيقات العلم الجديد في علم المعادن – مثلاً طُـــرُق وزن المعادن الثمينة – أو في تنمية المهارات الرياضية المفيدة في الـــتجارة. ونتيجة لذلك كان هنالك الكثير من العلم المعاصر "النظري الصافي" والمتطور لتعلمه في محاضرات **كونج**، أكثر من المحاضرات التي كانت تُعطى من قبل **دزاجوليه** والعديدين من أتباعه البريطانيين.

كـــان جمهور **كونج** ذو الطابع المديني المتنوع يأتي أكثر تمكناً في المعـــرفة العلمية الأوروبية لأواسط القرن من أندادهم عبر القناة. لكن الـــذي لم يكونوا يتعلمونه، كانت التطبيقات العملية العديدة في أعمال المـــناجم والـــصناعات التحويلية التي كان يمكن استخراجها من علم الميكانيك البسيط. كانت قيمة الرياضيات والعلم التطبيقي في المعاملات الـــتجارية قد تم الاعتراف بها منذ زمن طويل من قِبَل النخبة الهولندية، وبالفعـــل فـــإن ابن نائب الملك الشاب، كان يدرس في أواخر سنوات الـــ 1750 الرياضيات ذات الفائدة المباشرة في الأعمال[70]. لكن، في المـــرحلة الانتقالية، من الرأسمالية التجارية إلى الرأسمالية الصناعية، كان هنالك حاجة لأكثر من الرياضيات المستخدمة في التجارة وعلم الفلك من أجل الإبحار أو اللاهوت الفيزيائي لغرس التقوى في النفوس.

ولم يكـــن مفاجئاً هيمنة روحية تجارية بشكل خاص على أدبيات اللاهـــوت الفيزيائـــي الذي كان سائداً في التنوير الهولندي؛ نوع من

الأدب الـــذي كان أيضاً، بالتأكيد، يجذب إليه جمهوراً أوروبياً واسعاً. كان كتاب جي. أف. مارتينيه J.F. Martinet *كتاب العقيدة الشاملة للطبـــيعة* (1777) *Catechism of Nature* قد تم إصداره في طبعات عديـــدة بالهولندية ثم بالإنكليزية. وهو يلخص التقوى المركّزة تجارياً، وهـــي، ببساطة، لم تكن ترى حاجة للتطرق إلى السؤال عن التصنيع باستخدام التطبيقات الميكانيكية. وفي هذا الإدراك، كانت الطبيعة كلها منـــتظمة في تـــراتبية ومهيئة للاستثمار البشري. كان جمال السماوات يـــتمم الانـــتظام في عـــالم الحيوان والنبات. كانت التجارة، وكذلك الإبحار، يُعتبران وحدهما مفاتيح الرفاهية والاستغلال للثروات الطبيعية. "إن العالم كله هو مخزن عظيم للإنسان"، الذهب من إفريقيا (لم يذكر الـــرق عـــن عمد) وكذلك التبغ من أميركا، وهذه ليست سوى أمثلة لعطاء الطبيعة. كان على الطفل أو الراشد الذي يدرس *كتاب العقيدة الشاملة* أن يعرف أنه، حتى ولو لم يكن تاجراً (وليس هنالك أية دعوة للنـــساء)، فـــإن عليه أن يعرف ما هو متوفر ويمكن استغلاله بواسطة الـــتجارة والإبحـــار. كانـــت تلك تقوى تصغي بشكل واعٍ للاهوت الفيزيائـــي الذي كان شعبياً بشكل واسع في مطلع القرن الثامن عشر؛ كانـــت اختـــراعاً فكرياً من أصول إنكليزية في الأساس. وكانت تلك الـــتقوى قـــد تعززت بأدب هولندي مستقل، تمت ترجمته بدوره إلى الإنكليزية[71].

كـــان اللاهوت الفيزيائي يضم عالَم التجارة الإمبراطورية، وكان يـــسعى لجعـــل هذا العالم مسيحياً. وهو لم يتطرق أبداً إلى إمكانات التنمـــية الصناعية؛ كان يهدف إلى ضمان الاستقرار السياسي والتقدم الاقتصادي من نوع تجاري. ومسح مختصر للكتب المدرسية التي كانت تُـــستخدم في المدارس الهولندية، إلى زمن الإصلاحات في مطلع سنوات

الـــ 1800، يكـــشف التأثير الهائل للاهوت الفيزيائي تقريباً في كل فـــصل. كـــذلك، في اليوميات اللافتة للنظر التي كُتبت من قبل شاب مـــراهق في ســـنوات الـــ 1790، كانت مطالعات اللاهوت الفيزيائي واضـــحة في كل المظاهر[72]. كان **أوتو ڤان أك** Otto van Eck قد ذهب إلى محاضـــرة علمـــية مع والده، وقرأ كتاب *العقيدة الشاملة* بشغف. وهنالك قرأ مقاطع حول تأثيرات ضوء الشمس. فالشمس تشرق على الناس الطيبين كما على الأشرار السيئين. لكن عدم العدالة هذا سوف يـــصحح في الآخـــرة، كما وضعه **أوتو**، "ورغم أن الله يسمح أحياناً للخبثاء بأن يتنعموا في هذه الدنيا، لكنه عادل، وحتماً بعد الموت فإنهم سيعانون القدر الذي يستحقونه". لكن العرض التقني لـــ **مارتينيه** عن طبيعة الضوء أُهمِل ببساطة. كان الإدراك العلمي السائد في القرن الثامن عـــشر في الجمهـــورية الهولـــندية ينتسب إلى النسخة البروتستانتية من التنوير، وليس إلى النبضات الصناعية.

ولم يكـــن الجمـــيع يستحسنون الطبيعة المغلقة والمعقدة للمجتمع الهولـــندي وللثقافة الأرستقراطية، ولسبب جيد. فمن أية وجهة نظر، كانت الأرستقراطية الهولندية للقرن الثامن عشر - مهما كانت تجارية في أصـــولها - الأكثـــر تجـــذراً في أوروبا. كانت حوالي مائتي عائلة، معظمها مستقرة في أمستردام، تحتكر المراكز العليا في المدينة والعديد من المدن غيرها[73]. ومع أواسط القرن بدأ الاستقرار المحلي يواجه تهديدات مـــن عـــدم رضـــى ينتشر بين الإصلاحيين والتقدميين في الجمهورية الهولندية. وبحلول سنوات الـــ 1760، كان التجار الصغار قد أصبحوا معادين بشكل علني للأوصياء (طبقة الحكام) ولنائب الملك معاً. وكما شرحوه لزائر إنكليزي، "كانت تطلعاتهم الأعظم هي في أن يروا بلدهم مُـــستعبداً مـــن مواطنـــيهم بالذات، من قبل أولئك الممثلين الذين تم

اختيارهم للحفاظ على الحريات والامتيازات"[74]. وأخبر المنشقون زائرهم بأن "أهم الناس في أمستردام قد شكلوا جمعية لتهز كل علاقة مع باقي المحافظات؛ وهم لم يفعلوا ذلك فعلاً بعد، لكن ذلك سيأتي قريباً".

وربما لم تكن جمعية أمستردام ذات الميول الانفصالية أكثر من واحدة من الجمعيات الأدبية والفلسفية، حيث كان الحديث عن مشاكل الوطن شائعاً في سنوات الـ 1760[75]. وهذا الاهتمام الملحوظ بالعلم والتعلم والإصلاح، الذي وُجد في جمعية أمستردام، يَظهر على تناقض مع نوادي الأكل والشرب للأوصياء الأغنياء، ومع عرض مظاهر الثروة الذي كان يبدو بأكداس "في أمستردام"، كما وضعه زائر آخر[76].

ومع أواسط القرن، وفي جيوب صغيرة في المجتمع الهولندي، كان الاهتمام بالتنمية الصناعية حقيقياً، بل حتى نضالياً. وبغياب التدخل الحكومي الذي يهدف إلى تحسين القدرة التكنولوجية، كان هنالك عنصران يبدوان ضروريين في الوضع الهولندي: وجود علميين ذوي مبادرات في الأعمال وباهتمام متميز بالميكانيك التطبيقي؛ وجمهور واسع بما يكفي مستعد للدفع مقابل المعرفة.

كان من الصعب تنمية الظرف الأول بدون الثاني؛ بتدرج فقط، بدأت تتكون الكتلة الحرجة من المواطنين الضرورية للترويج لتطبيق الميكانيك. ومثلاً، عام 1751، عندما سعى صانع ساعات مبادر في الأعمال في روتردام لنصب محرك بخار كان عليه أن يذهب إلى انكلترا لطرح تساؤلاته. وبالرغم من أن محرك روتردام فشل في النهاية بسبب ضعف الترتيبات الميكانيكية التي توصل مياه المحرك إلى المضخات، وتحميلها أكثر من طاقتها، إلا أن هذا الجهد أدى عام 1769 إلى إقامة

الجمعية العلمية في روتردام، كما أدى في سنوات الـ 1780 إلى إحضار محرك بخار واط إلى الأراضي المنخفضة[77].

بعد عام 1750 انتشرت الدوائر الوطنية في أمستردام، حيث كان أنصار المذهب الطبيعي – أمثال **جي. ڤان سويدن وبنجامن بوسما** Benjamin Bosma – يهاجمون اللامبالاة المنتشرة حول القضايا العلمية ويعملون على معالجتها. كانت تلك الدوائر من *النظام القديم* *ancien regime* في الجمهورية وكانت تطالب التجار بتعلم العلم والميكانيك (Werktuigkunde) الذي كان يدرّس في الماضي من قبل **دزاچوليية** وبعض المحاضرين العلميين الآخرين، مثل **بنجامن بوسما**، الذي تابع التقليد الذي بدأه[78]. كانوا ينادون بإقامة جمعية علمية جديدة في أمستردام، تشابه تلك التي كانت في هارلم، لكن تلك في أمستردام كان عليها الالتفات إلى التجار واهتماماتهم. كانوا يطالبون بإعادة إحياء الصناعات التحويلية على النموذج الإنكليزي، وسألوا بالتحديد: "لماذا ينجح الإنكليزي أكثر منا في الفن والعلم؟"[79]. كان مناصرو علم الميكانيك ذوو التوجه الوطني يرغبون بصناعة مناسبة لهم، مبكراً منذ سنوات الـ 1770، "**الوطنيون**" كما سوف يعرفون كقادة للثورة الهولندية عام 1787. وقد شاركوا في محادثات دولية جمهورية بدأت في سنوات الـ 1770. كانت تلك المحادثات متأثرة بالتمرد في المستعمرات الأميركية، وكانت تضم الراديكاليين الإنكليز، مثل **برستلي وپرايس** وأصدقائهما. كان جزء حيوي في المحادثات يتعلق بالتنمية الصناعية من خلال تطبيق العلم.

وقد تحملت الجمعية الأدبية-الفلسفية الرائدة في أمستردام المعركة من أجل التنمية الصناعية[80]. كانت محاضرات أعضائها تُعطى عن التجديدات الفرنسية في صناعة البرسلان، وكذلك عن تقنيات صناعة

البرســـلان في مدينة ودجوود، التي كانت واحدة من المدن الطليعية في الـــثورة الـــصناعية الإنكليـــزية[81]. كـــان المؤسسون من غير النخبة لـــــ **فلـــيكس مريتيس** Felix Meritis، كما كانت الجمعية تسمى، يُظهـــرون اهتماماً ملحوظاً بكل أنواع التقنيات الميكانيكية التي تهدف للـــصناعة[82]. وبـــشكل مشابه، كانت واحدة من الجمعيات الفكرية الأخـــرى في المدينة، **كونكورديا أ لبرات** Concordia et Liberate، إصلاحية أيضاً وناقدة للنظام القائم. كان **بوسما** ينتسب إليها، وكانت محاضـــراته العلمـــية من الأكثر ممارسة للميكانيك بين المحاضرات التي كانت موجودة بالهولندية في تلك الفترة[83]. كانت تشبه كثيراً طريقة المحاضـــرات التي كانت منتشرة في بريطانيا. ولم يكن مفاجئاً أن يكون **بـــوسما** متحمـــساً في الدعـــوة لعلم الميكانيك كطريقة لتسهيل العمل البشري، وكان يهاجم بعنف حياة الرفاهية. وقد هاجم أيضاً الظروف الراكدة للعلم الهولندي، وأشار إلى ألمانيا وفرنسا وانكلترا، حيث كان هنالك "300 رجل من الذين تميزوا بالرياضيات"، في حين "لا أستطيع أن أعـــد أكثـــر من عشرة في الأراضي المنخفضة"[84]. كان الاستثناء الوحيد، كما ادعى، موجوداً في أمستردام حيث كان من الممكن إيجاد تجـــار لهـــم اهـــتمامات أصيلة في علم الميكانيك الجديد. وربما كانت المـــشاعر، مثل تلك عند **بوسما**، حول ضرورة أن يتعلم التجار الفلسفة الطبيعية، موجودة أحياناً قبل ذلك في القرن[85]. ولكن في أواخر القرن الـــثامن عـــشر كانت نسبة مثل تلك التصريحات تزداد بشكل واسع. ومـــرة أخرى قادت أمستردام الطريق. كانت تزداد المحاضرات العامة ومحاضرات التعليم في جمعيات أمستردام الخاصة. وفي واحدة من كلياتها المـــتقدمة، أثيـــنايم Athenaeum كانـــت تتضاعف. وقد ظهر تركيز صـــناعي متميـــز في طـــريقة المحاضرات الجديدة، مع العالم النيوتوني

الهولـــندي جـــي. أتش. ڤان سويدن (1746-1823) الذي مثل الوجه الأساسي في هذا التركيز. وقد حاضر عن محرك البخار وصنع البرسلان، وكذلك عن مواضيع تقليدية متعلقة بالتجارة والإبحار، وبشكل خاص علم الفلك[86].

وفي الـــ **أثينايم** (التي أصبحت عام 1877 جامعة أمستردام) نجد، في الربع الأخير من القرن الثامن عشر، أساتذة يقدمون مزيجاً مصهوراً بشكل واضح من التربية الإصلاحية المركّزة باتجاه الصناعة، مع جدول أعمال سياسي إصلاحي[87]. وقد بدأت هذه الكلية الهولندية تبدو مثل أكاديمية إنكليزية منشقة في نفس الفترة الزمنية. وقد مثل العالم النظري والتطبيقي **ڤان سويدن** – الذي أصبح وطنياً ومشاركاً نشيطاً في الثورة الهولـــندية في أواخـــر القـــرن الثامن عشر – التوجه الإصلاحي. كان يطالـــب بأن يكون العلم الصناعي جزءاً من برنامج أوسع متأثر جزئياً بالأمـــثلة الإنكليزية. وقد قام صيدلاني في أمستردام، **ولاّم ڤان پرنڤلد** Willem Van Perneveld (1747-1826) بالمحاضرة في الأثينايم عن العلم التطبيقي، وبدوره أصبح وطنياً متحمساً. وبالفعل لقد أصبح عدد من العلميين في أمستردام، وكذلك أصدقاؤهم من ذوي الأفكار العلمية الميكانيكية في روتردام، من بين الذين كانوا في البداية نشطين في التعليم العلمي الجديد ثم تحولوا إلى ثوريين إصلاحيين.

وقد تجاوب أساتذة الكلية في الأثينايم – مثل كل المحاضرين العلميين في تلـــك الفترة – مع التوجهات الجمهورية، بقدر ما وجّهوا وصقلوا تلك التوجهات. كانت المحاضرات في الأثينايم تستلزم دفع اشتراكات من حوالي 30 جلـــدر(*) في الـــسنة للمقـــرر الواحد، وحتى كانت تُعطى، في بعض

(*) وحـــدة الـــنقد الهولندي في ذلك الحين والتي بقيت سائدة حتى بدء التعامل بالعملة الأوروبية، اليورو في 1999. [المترجم]

المناسبات عن عمد، في ساعات الظهيرة عندما يكون سوق الأسهم في أمستردام مقفلاً. كانت تلك المحاضرات متطورة بشكل لافت في الرياضيات وعلم الفلك، كما تؤكده الملاحظات المكتوبة لطلبة ذلك الوقت. وكانت أيضاً تركز على التطبيقات الصناعية. ومن منظور التعليم العلمي الهولندي الشائع، قامت الثورة الهولندية لعام 1787، مثل مثيلتها الفرنسية، بعكس التوجه بالنسبة للتخلف الذي أصاب مثل الطاعون الجمهورية الهولندية في العقود الوسطى من القرن. وبهذا الاتجاه مهدت الثورة الهولندية، مرة أخرى مثل الثورة الفرنسية، الطريق تربوياً لعملية التصنيع الهولندية التي أتت بعد ذلك بجيل أو أكثر.

وربما كان المعنى الأعظم، بالنسبة لعملية التصنيع الهولندية، قد نتج من عدد الجمعيات العلمية التي شاعت بعد الثورة، وكلها كانت تطالب بالاستفادة والتطبيق للتعليم العلمي. ومبكراً في سنوات الـ 1800، وبعد ذلك، جاءت أجيال جديدة من كتب المدارس لتؤكد أيضاً على التربية العلمية الأساسية للصبيان والبنات معاً[88]. كانت العلوم في الجمهورية الهولندية تحتاج لتروّج للرأسمالية التجارية، وبشكل خاص علم الفلك وعلم المقاييس، ثم لحقهما بالتدريج الميكانيك التطبيقي (وكذلك الكيمياء) التي كانت كلها ضرورية في عملية التصنيع. ولم يبدأ هذا التحول إلا متأخراً جداً في القرن الثامن عشر؛ وأولئك الذين قاموا بهذا التحول تطلعوا بشكل واعٍ إلى المثال البريطاني، سواء في القضايا السياسية أو الفكرية. ولإنجاز رؤية صناعية، كان على الإصلاحيين العلميين الهولنديين القيام بنقلة ثورية للنخبة القديمة، مثل تلك التي سعوا لتحقيقها في سنوات الـ 1790 وبعد ذلك. وفي عام 1800 قامت الحكومة الثورية الجديدة بمسح واسع لوضع الصناعة في الجمهورية، كشف عن انحطاط بالأحرى مروع[89].

ولكـــن بنتـــيجة الحرب والغزو، لم ينجز إلا القليل، قبل عام 1815 أو مباشـــرة بعد ذلك، لعكس ذلك الانحطاط. ولم تستطع التربية العلمية المـــوجهة للتطبـــيق الصناعي في ذاتها أن تقوم بالثورة الصناعية؛ ولكن بدونها كان يبدو أن تنمية صناعية منتظمة ومستدامة لم تكن ممكنة.

في ظـــروف الاضـــطراب الـــسياسي لفتـــرة 1787-1788 في الجمهـــورية، أخبر **واط** صديقَه **جي. ڤان ليدر** أنه "لو كانت الظروف العامـــة مخـــتلفة عما هي عليه الآن، لكان **محرك البخار** بدون شك قد حقـــق موطئ قدم في البلد؛ ولكن لأنه كان من عمل **"الوطنيين"** فإنه مـــدان ومكروه"(90). وقد وضع **ڤان ليدر** اللوم للتأخر الهولندي على أكتاف المتمردين الـــ "أورنجست" Orangist، أتباع نائب الملك وطبقة الأوصياء القدماء وحدهم. واحد من أسباب الثورة الهولندية كان خيبة الأمـــل من إمكان الإصلاح الذي قام به نائب الملك أو الأوصياء. كان وضع الصناعة جزءاً من خيبة الأمل تلك.

بحلول سنوات الـــ 1770 كان الإصلاحيون قد سئموا من الساعين وراء الـــريع والمراكـــز في عـــالَمهم الهولـــندي. وكما في فرنسا، كان الإصلاحيون العلميون من ذوي التوجه الصناعي قد وصلوا إلى رؤية الثورة السياسية كخطوة ضرورية في الوصول إلى أهدافهم. وقد سعى الإصلاحيون الهولنديون إلى تقليد الصناعيين البريطانيين، أمثال **جوسيا ودجوود**، الذين اســـتخدموا معـــرفتهم ورساميلهم لتحسين – نحن نقول لتصنيع – عملية الـــصناعة التحويلية. كانت الرؤية المستقبلية لـــ **الوطنيين** الهولنديين تترافق بـــبرهان آخر، وتضيف بعداً آخر إلى المشاكل الشائكة الأعقد التي كانت تـــناقش من قبل مؤرخي عملية التصنيع الغربية، وبالتحديد لماذا فشلت الجمهـــورية الهولـــندية التي كانت متقدمة في ما مضى، ومن بين كل الأماكن في أوروبا، في أن تتصنع في أواخر القرن الثامن عشر؟

وفي عـــام 1778 عرّفت الصحافة الهولندية البلد على أنه أمة "من الـــريعيين والـــشحاذين"، ومهما كان ذلك مبالغاً به فإن تلك العبارة توحـــي بالكثير[91]. ومصطلح "الريعي"[*] يشير إلى أولئك، مثل عائلة **فـــان كلايـــبرغن**، الـــذين كانوا يجنون الأرباح من ريع ممتلكاتهم أو استثماراتهم، التي تم شراؤها من أرباح الأعمال التجارية، وليس أولئك الـــذين كانـــوا يُحدِثون رأس المال من خلال أنشطة الريادة المنتجة في الأعمـــال. وبالفعـــل فـــإن واحداً من الاستخدامات المبكرة في اللغة الهولـــندية لكلمة "رأسمالي" قد ظهرت بالتحديد في تلك الفترة؛ كانت تُـــستخدم بمعـــنى سـلبـــي لوصف أولئك الأشخاص كريعيين[92]. والشحاذة كانت شائعة أيضاً، خصوصاً في أواسط القرن عندما انهارت صـــناعة الملابس نتيجة المنافسة الأجنبية. فقد ظهرت طبقة أُفقرت، في بعـــض أرجـــاء الجمهورية، كان يمكن لها أن تصبح العمالة البروليتاريا الـــصناعية، كمـــا حصل في بريطانيا وفي الأراضي المنخفضة الجنوبية. وبالطـــبع لم يكـــن هـــنالك نقص في رأس المال في ما كان يوماً الأمة الأغـــنى، في مدخول الفرد، في كل أوروبا. ما كان يبدو غائباً بأعداد ذات معـــنى كان الرأسماليون المبادرون في الأعمال الذين كانوا يهتمون بعملية التصنيع.

ومن بين هذه العوامل المعقدة التي أدت إلى غياب رجال الأعمال المـــبادرين ذوي الاهتمام الصناعي لا بد من إضافة الثقافة المتجسدة في التـــربية، حـــيث لم تستطع الإصلاحات التربوية الهولندية، إلا إلى عام 1800، أن تُـــدخل العلـــم والرياضيات إلى التعليم الأساسي للصبيان والبـــنات علـــى الـــسواء. لكن في ذلك الوقت كان عدم الاستقرار

(*) المـــستخدم كثيـــراً هذه الأيام في وصف الاقتصاد في معظم الدول العربية. [المترجم]

السياسي، ومن بعيد، الاهتمام الأكثر إلحاحاً الذي كان يواجه الهولنديين. كانت الجمهورية الهولندية تعيش تجربة فترة من الاضطراب السياسي العميق من عام 1787 وإلى 1815. أولاً كانت الثورة، ثم الاجتياح البروسي، وأخيراً الاحتلال الفرنسي بعد عام 1795، وكلها جلبت عدم استقرار لم يسبق له مثيل. كانت تلك ظروف هيمنة خارجية لم تُعرف منذ مطلع القرن السابع عشر، عندما ثار الهولنديون بنجاح ضد الإسبان. وبحلول عام 1815، وبالرغم من الاهتمام المتنامي بالعلوم الأساسية والرياضيات في مناهج المدارس والكليات، كان التأخر الهولندي واضحاً مقارنة بالمحافظات الجنوبية (بلجيكا). كانت المملكة المتحدة الجديدة للأراضي المنخفضة قد استُحدِثت في مؤتمر فيينا، وقد ضَمت إلى الجمهورية القديمة التي كانت قائمة المناطق المتقدمة في الإنتاج الممكنن في الفلندر، ما ساهم في تقدمها أكثر. وقد أدت تلك السياسة في عام 1830 – عندما نجحت الثورة البلجيكية وفصلت المحافظات الجنوبية عن الجمهورية – إلى تفاقم أكثر للتأخر الصناعي في الأراضي المنخفضة الشمالية[93].

الأراضي المنخفضة النمساوية (بلجيكا)

الأراضي المنخفضة النمساوية هي بمعظمها كاثوليكية وأقل تعلماً، ولكنها مدينية بشكل كبير كما الجمهورية الهولندية؛ وهي بالفعل قد تحركت باتجاه التصنيع قبل كل من الجمهورية الهولندية وفرنسا. وفي الحقول البلجيكية الغنية بالفحم قليلة هي الأدلة التي تشير إلى تفاعل بين رجال الأعمال المبادرين والمهندسين حول القضايا التقنية، مقارنة لما كان يشاهد في بريطانيا. كانت السلطة النمساوية المطلقة – حيث كانت الحكومة المركزية في فيينا تدير المستعمرة الخارجية عبر ممثليها في

بروكسل - لا تمارس أي نوع من السيطرة ولا تقدم أية درجة من الموارد الإدارية البشرية التي كانت تُشاهد في باريس أو برلين. وقد احتفظ النمساويون بكتلة صغيرة من المهندسين، للتحصينات بشكل واسع. كانوا يسيطرون على الضرائب، وفي أواسط القرن وضعوا سياسات تحبذ أية ظروف تضعف سلطة الأرستقراطية التقليدية المحلية والإكليروس.

ويبحث المؤرخون عبثاً عن برهان حول الانخراط الحكومي النمساوي في القضايا المحلية، من النوع الذي كانت البيروقراطية الفرنسية تمارسه بشكل روتيني. وما كان يزيد من تعقيد القصة وجود محافظة لييج الغنية بالفحم، والتي لم تكن تحت السيطرة النمساوية. كانت تحت سيطرة الأسقف الذي - كما يمكن رؤيته بسهولة - لم يفعل إلا القليل أبعد من جمع الضرائب. كانت لييج تمتلك تقاليد محلية متميزة للتفاعل بين رجال الأعمال المبادرين وأصحاب مناجم الفحم. وبالفعل فإن إصلاحياً فرنسياً من سنوات الـ 1740 كان يطالب بأن يسعى رجال الأعمال المبادرون في ميدان الفحم في فرنسا للاستفادة من خبرة أصحاب مناجم الفحم في لييج[94]. ويمكن توضيح كيف كان المهندسون ورجال الأعمال المبادرون يعملون سوية في بلجيكا من خلال بعض الأمثلة المحلية. وتلك الأمثلة تثبت أن بعض المعرفة التقنية كانت موجودة لدى بعض رجال الأعمال المبادرين وحتى بين الحرفيين. وكان هؤلاء بدورهم يجدون المهندسين الذين يستطيعون العمل معهم. كانت الشراكات البلجيكية مقارِنة ولكنها مختلفة عن ما كان يُشاهد في بريطانيا. والذي لن نستطيع أبداً أن نعرفه في الحالة البلجيكية هو كيف تم اكتساب تلك المعرفة وأين، إذا أخذنا بالاعتبار السيطرة التي كان يتمتع بها الإكليروس ضمن النظام المدرسي. فبلجيكا تدين بالتقدم الصناعي للتنوير العلماني أكثر مما تدين للدين.

كانـــت المـــناطق الغنية بالفحم حول مونـــز وماسترخت (والتي كانت في القرن الثامن عشر تدار من قبل النمساويين ولكنها الآن جزء من هولندا) تضع المهندسين المدنيين وأصحاب المناجم ورجال الأعمال المـــبادرين في جيرة قريبة بعضهم من بعض. كان أصحاب الأراضي في كثير من الأحيان من النبلاء أو رجال الدين، وفي بعض الأحيان أرامل مـــلاك الأراضي الأصليين. كانت اهتماماتهم بالمناجم نشيطة، ولكنها كانـــت في معظـــم الأحيان محصورة بالكامل في جني الأرباح. وبدون ضمانات بعقود استثمار طويلة الأمد، كان أصحاب الأراضي يرفضون إعطاءهـــا، لم يكـــن بالإمكان حماية استثمار رجال الأعمال المبادرين المحلـــيين. وبـــشكل متوقع كان رجال الأعمال المبادرون يمتنعون عن إدخـــال المحـــركات المتقدمة تقنياً غالية الثمن. وعندما كانوا يسعون للـــتجديد، كـــان رجـــال الأعمال المبادرون يتقدمون بطلبات رسمية للحـــصول علـــى إذن مـــن الحكومة في بروكسل حتى تُحنى ضرائب جديدة، وترفع سعر الفحم، أو تساعد في صيغة تخفيض الضريبة عليهم. كانوا في بعض الأحيان أيضاً يسعون إلى ضمانات جديدة من أصحاب الأراضـــي لحمايـــة استثمارهم في محرك. وحيث أن السلطة النمساوية المطلقـــة كانـــت شريكاً سلبياً نسبياً، بمعنى أنها كانت تقدم القليل من المساعدة التقنية المباشرة - بالرغم من أنها كانت تسمح بحماس بوضع ضرائب جديدة وحتى بتقديم الإعانات - كان على المستثمرين أنفسهم أن يجدوا المهندسين المدنيين واستشاراتهم وتقييم المحركات الجديدة.

وفي حالـــة مـــناجم الفحم في منطقة بوادولوك قرب مونـــز، تم نـــصب محـــرك البخار عام 1780، وأصبح الاستثمار المركزي لرجال الأعمـــال المـــبادرين الذين أعادوا تسمية شركتهم على اسمه، وأعطوا للمكنـــنة أهمـــية عالـــية مساوية للمنجم نفسه[95]. وتوثق سجلات

اجتماعاقم الكثيفة عملية استمرت لعقود من النقاشات والاستشارات، أولاً مع "خبراء العمال" الماهرين في اقتلاع الفحم، ولكن الذين، بكل الأحـــوال، كـــان يُنظـــر إلـــيهم على أهم كانوا ينتسبون إلى "طبقة اجتماعية" غير منتظمة. وبحلول سنوات الـــ 1770 بدأت الاستشارات مـــع المهندســـين المحتـــرفين المحليين. وفي أوقات مختلفة كان أعضاء في الشركة يزورون بعض المحركات العاملة بالخيل في المنطقة، ويسعون إلى بـــرهان تقني إيجابـــي حول عمل هذه المحركات، ويمسحون الأراضي؛ وأخـــيراً عـــام 1773، في اجـــتماع عام للشركة، جاء الاستنتاج بأنه لـــضمان أرباحهم، كان على المديرين أن ينـــزلوا إلى أعماق أكثر في المـــنجم. ولم يكن باستطاعتهم التعمق بدون وضع المال في قناة حديدة و"محـــرك ناري" لسحب الماء. وتم التعاقد مع مهندسين محليين، الإخوة دورزيه Dorzée، لنصب محرك قياسي لذلك الزمن، على الأرجح من نـــوع نيوكومن أو سافري، وهي الأنواع التي كانت تُرى في أماكن أخرى. لكن المهندسين نجحوا بمهارة بالحصول على تعويضات إضافية بـــتمديد فتـــرة عملهم وإبقاء الخيل في الموقع لستة أشهر إضافية. لقد ادعـــوا بـــأن الفترة الزمنية والتكاليف الإضافية كانت ضرورية لنصب الأنابـــيب. وليس هنالك أدلة في السجلات بأن أي واحد في الشركة كـــان يمتلك المعرفة الضرورية لتحدي ذلك الادعاء أو لتقديم الإشراف اليومـــي علـــى أعمـــال المهندسين. وفي النهاية قام المهندسون الذين اســـتخدمهم رجال الأعمال المبادرون بنصب محرك البخار، والذي في الـــسنوات الـــتي تلـــت، زاد الأرباح بشكل ملحوظ. ولكن ما كان المهندســـون قد بنوه كان رائعاً لدرجة أن احتفالية إطلاقه تطلبت قساً محلـــياً ليـــباركه، ووليمة كبرى، وكذلك ساعة حديدة للإشراف عن قرب أكثر على عادات العمل لعمال المنجم.

ويمكن مقارنة قصة مونـــز بواحدة قرب ماسترخت في برابانت. هـــنالك، عام 1772، شرح مدبر منجم الفحم ومدير أعمال الفحم في كلوســـترّاد بأهم قاموا بمراقبة تفصيلية لفترة سنتين، ما أثبت بما أرضى الجميع أن طاقة اليد البشرية والمضخات التي تحركها الخيل، التي كانت تستخدم في ذلك الوقت، لم تعد كفؤة بما يكفي. وقام الأسقف الذي كان يمتلك المنجم والأراضي التي تحيط به بتقديم عريضة للحكومة طالباً الحق بزيادة الضرائب المحلية لدفع ثمن المحرك، الذي كان سيستخدم طاقة الريح أو الماء، والذي كان يمكن استخدامه في سحب الماء من المنجم. وهـــذا المحرك كان سيعمل "ليس فقط بأرباح ضخمة للأسقفية، ولكن أيـــضاً وفي نفس الوقت سيكون ذا فائدة عظيمة للريف حوله؛ وأخذاً بالاعتـــبار ندرة الخشب في المنطقة... فإن خبيرين ومدراء الفحم كان عليهم أن يتفحصوا المنطقة وقدروا بأنه كان ضرورياً أن يتم نصب آلة هيدروليكية حديدة".

لكن الأسقف لم يكن يمتلك رأس المال الضروري، ولهذا تقدم إلى بروكسل بعريضة يطالب بحق جباية 6,000 إكو(*) أو أكثر. وقد ذكر "المصلحة العامة" كمبرر يُرسل إلى المسؤولين الملكيين الذين كان قد بدأ يُطلب منهم أن يعطوا الإذن لنصب المحركات الهيدروليكية التي تستخدم طاقـــة الماء أو الريح. كان ذلك ضرورياً، كما كان الادعاء، لأن تلك المـــنطقة "لم يكن فيها صناعات أو معامل"، وحيث أن حاجة الفقراء للعمـــل كانت تُرى بوضوح. كانت البراهين المستخدمة من قِبَل مدبر الفحـــم، الذي كان يتكلم الهولندية، تشير إلى أنه، على الأقل بالنسبة للحكـــومة، تم تخـــيل وجـــود رابط نظري بين المكننة وإيجاد عمالة للفقـــراء[96]. وبحلول سنوات الـــ 1740 في بريطانيا، كان ذلك الربط

(*) وحدة النقد في بلجيكا في ذلك الحين. [المترجم]

قد أهمل، وكان قد تم الإقرار علناً بأن التكنولوجيا تخفض كلفة العمالة.

وقد سعى الأسقف أيضاً إلى الربح من مجهوداته، وذلك المحفّز كان مفصلاً بوضوح. لكن الآلة التي تستخدم الريح والماء، والتي من أجلها أُعطي الإذن، لم تكن الآلة الأحدث في ذلك الزمن؛ لم تكن آلة بخار، ولكن على ما يبدو كانت كفوءة بما يكفي. ولا تشير التقارير الموجودة إلى استشارات مع مهندس متدرب في علم الهيدرولوجيا، وبالفعل ربما كان القرار التكنولوجي باستخدام طاقة الريح والماء فقط محفّزاً اقتصادياً. كان يمكن نصب مثل هذا الجهاز للضخ بمراقبة الأجهزة المماثلة وبشراكة من نوع ما بين مديري مناجم الفحم الماهرين وأصحاب الأراضي بمساعدة الحكومة. كان انخراط الدولة على المستوى المالي حقيقياً تماماً ومهماً، ولكنَّ - وهذه نقطة لا بد من إبقائها في الذهن عندما نحلل الوضع الفرنسي في الفصل التالي - هذا الدور للحكومة لم يمتد إلى المساعدة التقنية الفعلية أو إلى التقييم التقني للمحركات. كانت الحكومة في بروكسل تستخدم مهندسين عسكريين في الدفاع وفي الأشغال العامة فقط. ويبدو أنها كانت مكتفية باستلام تقارير مفصلة من رجال كانوا يوصفون بأنهم "خبراء"، كانوا في مواقع العمل[97]. ورغم أن هذين المثالين البلجيكيين، يوحيان بانخراط تقني أقل للملاك والمستثمرين، فإنهما يتماشيان بشكل فضفاض مع النمط الذي كان يُشاهَد في بريطانيا قبل ذلك، حيث كان المهندسون المهرة، أو ما يعادلهم من المهنيين المبكرين، يتفاوضون مباشرة مع ملاك المناجم لاستخدام التكنولوجيا من أجل الربح. كان التفاعل بين رجال الأعمال المبادرين والمهندسين، أو رجال الأعمال المبادرين والحرفيين الذين تحولوا إلى مهندسين يبدو وكأنه كان، في كل من بريطانيا وبلجيكا،

المفتاح لعلاقة اجتماعية في المكننة المبكرة للمناجم. وفي الدول ذات السلطة المطلقة على القارة، كان انخراط الدولة يحصل حتمياً، ولكن عندما نقارن بين الأوضاع الفرنسية والبلجيكية نحن نرى أن طبيعة هذا الانخراط كانت تختلف بشكل كبير من بلد إلى آخر. وفي الوضعية البلجيكية كان إدخال الطاقة التكنولوجية يتم بشكل كامل في المناجم، رغم أن الآلات كانت قد أُدخلت أيضاً في غزل القطن. لكن تلك العمليات لم تصبح منتشرة كظاهرة حتى تم أنجز الإصلاح التربوي في أواخر سنوات 1790.

ويبدو أن النمط الذي تمت مشاهدته في بريطانيا - حيث نرى ربطاً بين الاستقصاء الميكانيكي المستمر من نوع ما والتصنيع المبكر - سوف يكون صحيحاً، على الأقل في المناطق الهامة للتصنيع، في الأراضي المنخفضة الجنوبية، مثلاً المنطقة حول شارلوروا. وتماماً كما في مونز وماسترخت، كانت الحكومة النمساوية تروّج للتصنيع في المناطق الريفية، حيث يتم تحويل الفلاحين المفقّرين، غير المحميين من نقابات، إلى عمال بروليتاريا[98]. ومرة أخرى، كانت كميات الفحم الغنية تغري رجال الأعمال المبادرين، وكذلك كانت المساعدة الحكومية تساعد أيضاً في ذلك. بالإضافة إلى ذلك، كان الميكانيكيون أو المهندسون البريطانيون المتنقلون يقومون بمساهمات كبيرة. ومع ذلك نحن لا نرى في أي من المناطق التي درسها المؤرخون إلى اليوم أي نوع من الشراكة المنتظمة والمستمرة بين المهندسين ورجال الأعمال المبادرين تنتشر في حقول الفحم، كما جرى عبر القناة المانش. لكن الفروقات بين بلجيكا وبريطانيا هي في الدرجة أكثر مما هي في النوعية.

وفي محافظة ليبج، تحت سيطرة أسقفها، يبدو أن المساعدة الحكومية لم تحصل أبداً. وبين الصناعيين المبادرين في الأعمال في

المحافظة نستطيع أن نلاحظ، متأخراً في القرن، حركة مستمرة باتجاه التـــربية الميكانيكية والتقنية؛ وكانت *الروحية*، كما في انكلترا وفي الأراضـــي المنخفضة، مرتبطة كذلك بالإصلاح التنويري. وكما هو متوقع، كان الماسونيون نشيطين في حركة الإصلاح العلمي. كانت الدعاية التنويرية حول قضية التصنيع تساوي بين التنمية الاقتصادية والمثالـــيات العلـــيا في الفائدة الاجتماعية[99]. ولكن بوضوح، كان هنالك عناصر تقليدية تماماً ضمن الدوائر العلمية في إدارة المحافظة. وكما سنرى في الفصل التالي، عندما تسلم الفرنسيون نظام التعليم البلجيكـــي بعد عام 1795، وجدوا من الضرورة، في لييج ومناطق أخـــرى، أن يـــصرفوا من الخدمة أساتذة العلم "البحت" ويضعوا مكـــالهم أشخاصـــاً أكثر اهتماماً بالتطبيق. وفي تلك الفترة كانت الجامعة ككل قد أصبحت، ربما، بعيدة جداً عمّا كان الإصلاحيون ينادون به من عقود.

وحيـــثما نرى نشاطاً صناعياً في منطقة الفلندر، بعد عام 1770، نـــستطيع أن نلاحظ حضور اهتمام ذي معنى بعلم الميكانيك والكيمياء والتكنولوجيا. كانت الصحيفة الفلندرية لتلك الفترة، *المؤشر الفلندري* *Vlaemeschen Indicateur* تعكس ذلك الاهتمام لدى القسم المتعلم من النخبة، الذين كانوا أيضاً متحمسين للترويج للسياسات الإصلاحية للعاهـــل النمـــساوي. كان وزراؤه يستخدمون باستمرار العلم الجديد وتأسيس الأكاديميات العلمية كعصا يضربون بها الجامعات التي يسيطر علـــيها الإكلـــيروس[100]. كانـــت عقيدة الإصلاح، ومعها الترويج للـــصناعة مـــن خـــلال الاستقصاء العلمي، تتناسب جيداً مع الحاجة الإمبراطورية للنمساويين للتغلب على الاهتمامات المحلية للأرستقراطية الفلـــندرية الأصلية وللإكليروس. وتُظهر الدلائل موظفين في الحكومة

النمساوية ينخرطون عن قرب في عملية التصنيع، وبشكل خاص الصناعة الكيميائية الناشئة، حيث زكوا البحث، وقدموا اعتمادات مالية دائنة لرجال الأعمال المبادرين، وأعطوا الشهادات لمعاملهم. كان الانخراط اليومي للحكومة في العملية التصنيعية يُكافئ رجل الأعمال المبادر من سكان البلد ويجذب أصحاب المشاريع الأجانب الذين كانوا يجلبون معهم المعرفة العلمية الجديدة، من انكلترا في كثير من الأحيان[101].

وفي الحقيقة، لم ينجح النمساويون أبداً في فرض إرادتهم الإمبراطورية عندما كان الأمر يتعلق بالنظام التربوي. كانت سلطة الإكليروس البلجيكي قاسية في المواجهة. ومتأخراً، إلى عام 1777، كانت الخطة لإصلاح التربية تهدف إلى تربية المراهقين الذين كانوا ما يزالون متدينين بشكل واسع. ومع ذلك فإن تلك الخطة التي وضعها الإكليروس لم تقر بالحاجة لتحسين تعليم الرياضيات والعلوم. كانت الخطة توجه مدرِّسي المدارس الابتدائية في العلم والرياضيات والهندسة فقط إلى النصوص الفيزيائية من السكولستيكية والديكارتية واللاهوت. ولم يكن هنالك أي ذكر لأية نصوص نيوتونية أو لأجهزة ميكانيكية أو لإيضاحات عملية. وقد بذلت الأراضي المنخفضة النمساوية جهوداً نحو الصناعة خلال فترة "*نظامها السياسي القديم*"، لكن نظام التعليم الرسمي لم يقدم سوى القليل في تلك الجهود. وخلال سنوات الـ 1790 أفرزت الثورة، ثم الاحتلال، نخباً جديدة وصلت إلى مواقع السلطة، كان العديدون من أفرادها من مطوري مناجم الفحم وأصحاب البنوك. وكما في فرنسا بعد عام 1800، بدأت التنمية الصناعية تأخذ موقعها؛ وفي بلجيكا كانت سريعة بشكل خاص وشاملة.

ألمانيا

حتى نستطيع أن ننظر إلى النظام التربوي في ألمانيا، علينا أن نتقصى كل الأراضي الناطقة بالألمانية من نهر الراين إلى فيينا. لم تكن ألمانيا أمة موحدة في القرن الثامن عشر، ليس حتى عام 1870. ومثل هذا المسح ليس ممكناً ولا حتى ضرورياً. وإذا أخذنا بالاعتبار طبيعة معظم تلك الأراضي والسلطة الفائقة فيها للنبلاء على فلاحيها، خصوصاً في المناطق الشرقية، فإن علينا أن ننظر فقط إلى بعض المدن حيث تم فرض سياسات متقدمة من قبل الأمير المحلي، أو أنه تلك السياسات كانت من عمل إصلاحيين تربويين.

كانت أفكار الإصلاحيين التربويين الألمان تشابه بشكل ملحوظ ما كان يدعو إليه الميكانيكيون والإصلاحيون البريطانيون، ثم الهولنديون والفرنسيون، أو كانوا يمارسونه. كانت الجهود مهمة ولكنها مبعثرة. كانت بعض الكتب المدرسية في أواخر القرن تكشف ماذا كان يدرَّس أو لا يدرس. وحتماً بحلول أعوام الـ 1780 كان الميكانيك النيوتوني قد تم إدماجه بالكامل في تلك الكتب[103]. و"برامج المدارس" ما زالت متوفرة في العديد من المؤسسات، وهذه تكشف الانتشار الواسع للمعرفة الأساسية للأرقام. لكن في الصفوف الأعلى، لا تخبرنا مصطلحات مثل: "علم الطبيعة" naturlehere، أو "درس الفيزياء" die physicalistche classe، و"درس الميكانيك" die nechavische class، و"درس البصريات" die optische classe، و"درس الصناعة التحويلية" die manufactur class، إلا القليل حول ما كان يدرَّس فعلاً، ما عدا أن مثل تلك الدروس كانت عموماً للصبيان. كانت دروس البنات محصورة بالدين والمطالعة والجغرافيا والتاريخ والجمع. وفي إحدى ثانويات برلين، في سنوات الـ 1730، كانت اللغة

المستعملة لوصف الدروس تخبرنا أن العلوم الديكارتية واللايبنيزية كانت ما زالت المُثُل السائدة[104]. وفي إحدى مدارس الصبيان فوق عمر خمس عشرة سنة، التي كانت تهدف لتحضيرهم للجامعة - ككلية كرولينم Collegium Carolinum في كاسل (في مقاطعة هسّن) - نرى مذكوراً، في عام 1771، محاضرات الأستاذ **ماتسكو** Matsko وفلسفة **نيوتن**. ومدرسة أقل نخبوية في برلين (Real schule)، كانت تدرِّس الفلك النيوتوني في سنوات الـ 1760. كان الطلبة يقومون بتجارب مختبرية على نماذج تجارب النيوتوني الهولندي **موسكنبروك**. كانت دروس اللغة الإنكليزية تتضمن مقارنة بين اللاهوت الفيزيائي مع الدين المرتكز فقط على الإلهام الإلهي. كانت الامتحانات الرسمية العامة تتطلب أن يوصف علم الميكانيك بالتفصيل. وفي تلك العقود، كما في فرنسا، كان الميكانيك التطبيقي قد بدأ بالاختراق في المدارس على الأقل في النظام المدرسي في برلين[105].

عموماً، كانت التربية في الأراضي التي تتحدث الألمانية - حيث عملت اللوثرية في البداية، ثم الكالفينية والبيتينية(*) Pietism بترويج التعليم الأساسي بوتيرة عالية نسبياً - مهمة المدارس الخاصة، التي تؤسسها الكنائس أو يقيمها الإصلاحيون التربويون. كان التعليم الأساسي الذي يروِّج يركز في الكثير من الأحيان على ما كانت الحاجة إليه لقراءة الإنجيل. وتعود تلك الجهود تاريخياً إلى حرب الثلاثين سنة (1618-1648) عندما جرى تنمية روابط بين اللوثريين الألمان والمتطهرين الإنكليز. لكن بالرغم من هذا الاتصال بين المتطهرين الإنكليز والإصلاحيين اللوثريين والبيتينيين الألمان، فإن التربية الألمانية بشكل عام لم تُظهر إلا القليل من الاهتمام بالناحية العلمية من

(*) أحد مذاهب البروتستانتية الألمانية بمعنى "التقوى". [المترجم]

الإيديولوجية الإصلاحية التطهرية[106]. كان الدافع للمبادرات التربوية في أواخر القرن السابع عشر يُركز على بذر النظام على امتداد المجتمع، حيث كان الفقر متفش والشحاذة وباء.

وخلال معظم القرن السابع عشر، ساد جو الأزمة السياسية والاقتصادية، التي تسببت الحرب بها، على جهود الإصلاح في كل مجال. فقط في الولايات ذات السلطة المطلقة، مثل بروسيا في أواخر القرن السابع عشر، كانت الحكومة تأخذ دوراً نشطاً في التربية، وهو ما جرى بعد ذلك في الولايات المنحطة. وفي عام 1692 أحدث تأسيس الجامعة اللوثرية في هال ما كان سيصبح الجامعة الألمانية الرائدة في القرن الثامن عشر[107]. وبحلول عام 1700 كانت قد وُضِعت سياسات للترويج للتجارة والصناعة كتقليد للهولنديين. وأقيمت أكاديمية برلين للعلم في نفس تلك السنة؛ وكان الرياضي العظيم والفيلسوف الطبيعي ليبنز الشخصية المفتاح في إلهام توجهات تلك الأكاديمية. وخلال عقد، جرت إقامة المدارس الابتدائية في بعض القرى والبلدات الريفية في الأجزاء النائية في بروسيا. كانت المدارس تحت سيطرة البيتينيين تركز على الحاجة للتعليم العملي، وكان الأطفال يتعرفون على التكنولوجيا والنماذج العاملة للآلات. لم يكن الهدف الإبداع التحديدي بل التدريب العملي للحرفيين. كانت السياسات التجارية للملوك البروسيين ومناهج المدارس تحافظ على تناغم أنيق.

كانت السياسات الملكية تلقى دفعاً ملحوظاً من تدفق اللاجئين الهوغونوت الفرنسيين الذين كانوا يصلون إلى برلين، بعد 1685، مطرودين من أوطانهم بسبب الاضطهاد الديني. كانوا في كثير من الأحيان ذوي توجهات تجارية وصناعية ومتشوقين لخدمة جيش الملك كضباط. لكن الكتب المستخدمة في مدرسة الهوغونوت في

فردريكشتاد Fredericstadt، متأخراً إلى عام 1781، كانت تشير إلى أن هؤلاء الهوغونوت الفرنسيين كانوا مستمرين في اتباع التعليم العلمي الذي ظهر في فرنسا، وليس النيوتوني الذي كان مروَّجاً له في صحفهم التي كانت تصدر في الجمهورية الهولندية[108]. ولكن، في المدى الطويل، كان للسياسات التجارية المتنورة للملوك البروسيين المتنورين، **فردريك III (I) وفردريك وليم I ثم فردريك العظيم**، نجاحات أقل بكثير من جهودهم لبناء الجيش. وبشكل واسع من خلال الضرائب الباهظة، أنشأوا الجيش البري الأكبر والأكثر فعالية في الغرب في ذلك الوقت. وسيبقى الجيش، المؤسسة البروسية المفتاح، عبئاً مالياً ضخماً حتى الهزيمة على يد **نابليون** التي أفرزت إصلاحاً أساسياً ضمن الدولة والمجتمع المدني. ولخدمة الجيش، ازدهرت صناعة الملابس الخاصة للزي الموحد، وتطورت تقنيات الإنتاج التي كانت تتطلع إلى المرحلة التالية من الإنتاج الكثيف.

جلب حكم **فردريك العظيم** (1740-1786) قيماً تنويرية إلى التعليم، بدون تحدٍّ للتركيز في الاختصاص السائد فيه. ومبكراً منذ سنوات الـ 1740 ظهر إصلاحيون تربويون مستقلون عن الدولة، مثل **جوان جي. هكر** Johann J. Hecker، من الذين عالجوا قضايا التربية الألمانية للمرحلة الثانوية، والذين انتقدوها بشدة بسبب التراخي في التعليم العلمي. وقد أشاروا إلى التربية الألمانية ذات الطبيعة الأكاديمية والمدرسية التقليدية الزائدة، كما أشاروا إلى ضرورة تحسين تعليم الفنون الميكانيكية الموجهة إلى الإنتاج والزراعة. وفي عام 1748 كانت مدارس **هكر** في برلين تدرِّس أكثر من 700 تلميذ؛ وهو قد سعى إلى تعريف الصبيان بالمعرفة التي تقودهم إلى حياة مهنية، كصيادلة وكيميائيين ومهندسين معماريين. وكما كان دائماً، كانت الفتيات يتلقين تعليماً

في القـــراءة والرياضـــيات واللاهـــوت[109]. كانت *المدرسة الواقعية* *Realschule* لـــ **هكر** ذات توجهات اقتصادية-رياضية، وكذلك في دروس الأعمـــال، بحلول 1747. وقد حافظت على إيديولوجية التدين المنتظم، والطاعة، والمشاركة النشطة في المجتمع، مع دروس في الميكانيك والهندسة والعمارة والصناعة. كانت الآلات تجلب إلى غرف التدريس، حـــيث كـــان معظـــم التلاميذ من الصبيان الذين سيصبحون حرفيين ومهنـــيين كذلك. وفي بعض المناسبات كان الطلبة يذهبون في رحلات ميدانـــية لمـــشاهدة المصانع الشغالة. كان هنالك تركيز على عمليات التخمير والتطبيقات الكيميائية، وكذلك الربط مع التوجهات التجريبية في التعليم في هال[110]. كانت المدرسة الوحيدة التي درَّست النظريات والتطبيق بشكل قريب إلى ما يحتاجه رجال الأعمال المبادرون للتجديد الـــصناعي، وقد قامت بذلك بوعي ذاتي. وكذلك فعلت، متأخراً جداً في القـــرن، ثانوية الملك **فردريك** في برلين، حيث كان برنامج المدرسة يوصـــي باستخدام الآلات في التعليم العلمي[111]. ومباشرة خارج الحدود البروسية في برونشويك Braunschweig، قرب هانوفر، كانت هنالك محاولة لمناهج جديدة في كلية كرولينوم لتكييف التربية مع الاحتياجات المهنية[112].

لكـــن، إذا كـــان للتغييرات أن تأتي على نطاق واسع في التربية الألمانية، فقد كان لا بد أن تأتي من الجامعات في هال وحنا، التي كانت تـــدرب تقريباً كل المبشرين اللوثريين، وكذلك المدرِّسين في بروسيا ما بـــين 1713 و1740[113]. كانـــت التـــربية التي كانوا يتلقونها إنجيلية بالكامل تقريباً؛ وفي أعوام الـــ 1720 كانت تلك الجامعات تُظهر عداءً تجـــاه اللاهـــوت الفيزيائي والتوجه التجريبـــي لـــ **كريستيان وولف** Christian Wolff الذي كان الممثل الأبرز للنسخة العلمية للتنوير. وفي

عام 1723 أخرجوه من الجامعة، ولم تلن تلك التصرفات إلا في سنوات الـــ 1740. وبالتالي فهنالك دلائل محدودة - تماماً كما في فرنسا في سنوات الـــ 1740 - على أن أحدث فنون علم الميكانيك والميكانيك النـــيوتوني كانـــت تـــدمج بشكل متدرج كجزء من النظام التربوي البروسي للصبيان بعمر 15 أو أكبر.

وبالطـــبع، وعلـــى امتداد القرن الثامن عشر، كان هنالك دائماً اتـــصالات بين الدوائر العلمية الألمانية ومثيلاتها الفرنسية والفلندرية أو الإنكليـــزية[114]. كانت الثقافة الأكاديمية باللغة الألمانية في العلوم تشبه مثيلـــتها الفرنسية. وكانت المعرفة العلمية يجري تبادلها مع الأكاديمية في بروكـــسل[115]. ويمكن العودة بهذه الاتصالات إلى الفترة عندما كان **ليبنـــز** (تـــوفي 1716) و**كريستيان وولف** (توفي 1754) قد ظهرا كرائدين، كل لجيله العلمي. وقد حافظا كليهما على اتصال نشيط مع أنـــدادهم الإنكليـــز والفرنـــسيين. وفي حالة **ليبنـــز**، كانت الثقافة الأكاديمـــية وخدمة الدولة تتطلبان اهتماماً بالقدرات الإنتاجية للمعرفة العلمـــية. وكخادم لدولة ذات سلطة مطلقة، أراد **ليبنـــز** أن يجعل من العلـــم أحد الفروع في جهوده للتنمية الاقتصادية[116]. وفي فترة حياته، كانت تلك الجهود تتضمن استخدام الكيميائيين الذين كانت مهاراتهم ترتكز على البحث المتواصل عن طرق سحرية لإنتاج الذهب. وعندما لم يكونوا يتلهون بالفنون السحرية، أو بالعروض الكيميائية في البلاط، كـــان الفلاسفة الطبيعيون يكلفون بمهمات اقتصادية، من تطوير مناجم الفحم إلى وضع قوائم للأمير عن أحدث الاختراعات المفيدة.

وفي الفيزياء والميكانيك للجيل التالي، قام **وولف** بتنمية المقاربات التجريبية والاختبارية، وشع تأثيره لفترة وجيزة من جامعة هال، وساعد في دفـــع الممارســـين العلمـــيين المتحدثين باللغة الألمانية بالاتجاهات

التطبيقية[117]. وهو قد عرَّف النظرية والاختبار على أنهما بقيمة متساوية؛ وبصيغة بايكونية قال إن على العلميين أن يتمكنوا من الأشغال الحرفية حتى يكون بالإمكان تطويرها من قبل الفلاسفة ذوي الاطلاع العلمي العالي. كان التفاعل بين الثقافة الأكاديمية الألمانية واحتياجات الدولة ذات السلطة المطلقة يشبه ما جرى في فرنسا على امتداد القرن؛ ولكن في پروسيا كان للدولة، اللاعب الأساسي على الأرض الألمانية، الهيمنة الكاملة. وبسرعة في البداية، حاولت الدولة وضع سياسات في كل مجالات الثقافة والتربية. كان أفضل الطلبة وألمعهم في المدارس البروسية يتابعون دراستهم في جامعة هال، التي أصبحت أكبر جامعة ألمانية. وبقي اللاهوت الموضوع المهيمن، يليه الطب. وكانا كليهما يهدفان إلى إنتاج أجسام ونفوس صحية. وبتدرج بعد عام 1750 بدأ التعليم العلمي، بتركيز ميكانيكي، يتنامى بالأهمية في المناهج.

وفي عام 1725 أصبح أساتذة الطب، بما في ذلك الصيدلة، خاضعين للإجراءات الحكومية؛ وتم تنظيم التدريب الطبي بحيث تُعطى للطلبة شهادات مهنية مضمونة للبدء بمستويات قياسية للمعرفة. وقد استفادت الكيمياء من هذه الإصلاحات وأصبحت من المناهج المعتمدة في الجامعة. وكان على موظفي الدولة أيضاً أن يحصلوا على الحد الأدنى من المهارة التقنية[118]. كانت الريادة الألمانية في الكيمياء التطبيقية، الظاهرة خلال معظم القرن التاسع عشر، قد أخذت جذورها في تلك الإصلاحات للممارسات الطبية والتي بادرت إليها الدولة في القرن الثامن عشر[119]. لكن أياً من تلك السياسات للدولة مطلقة السلطة لم تشجع الميكانيكيين/المهندسين أو رجال الأعمال المبادرين في ذاتهم. وفي سنوات الـ 1720 والـ 1730 كان يُنظر إلى رجل

الأعمـــال المـــبادر على أنه "الوطني السيئ" الذي كان يلحق مصالحه الخاصـــة وليس مصلحة الدولة. وبقيت لمؤسسات الأعمال التي تديرها الدولـــة والتي تهدف لخدمة الجيش، الأولوية العليا للدولة البروسية إلى فتـــرة متأخـــرة من النصف الثاني للقرن الثامن عشر. ولم يكن يعادل السيطرة الفائقة للدولة في بروسيا على الاقتصاد إلا سيطرتها المباشرة في غـــرف الـــتدريس. وفي غرف التدريس كان رجال الدين يهيمنون، وبنتـــيجة لذلك، وإذ أرادت الدولة البروسية أن تكون مجددة في التربية العلمـــية التي تستهدف الصناعة، فقد كان عليها أن تجلب رجال الدين بكثافة مع ذلك التحديد.

وعلـــى امـــتداد ألمانيا، كان الاهتمام بالعلم والتكنولوجيا الذي يهدف للترويج للتنمية الاقتصادية والصناعية يحصل بشكل عشوائي في النـــصف الأول مـــن القـــرن؛ لكن هذا الاهتمام تزايد خلال حكم **فردريك العظيم**، عموماً في الفترة بعد 1750. ومع سنوات الـــ 1770 كانـــت أســـس المعـــرفة التقنـــية الأكاديمية قد تحسنت بشكل كبير. كانـــت الجامعـــة في جنا تدعم الكيميائيين من مقياس **جوان جوتنجن** Johann Göttingen (توفي 1809) الذي عرف **برستلي وبولتن** بشكل شخـــصي، والذي درّس الكيمياء والتكنولوجيا لجيل كامل من الطلبة. كانـــت التطبـــيقات مركزية في انشغالاته، وقام بالنشر عن العمليات الصناعية، مثل استخراج السكر من الشمندر. ومتأخراً في القرن الثامن عـــشر، إن لم يكن قبل ذلك، كان المدرسون في جامعة جنا يحاضرون بشكل واسع عن الفيزياء النيوتونية وعلم الميكانيك، وكانت النظريات والتطبـــيقات تدمج بلا صعوبة في محاضرات الأستاذ **فواغت** Voigt. وضـــمن البروقـــراطية البروسية بادر موظف مثل **فردريك أنطون فان هاينتـــز** Friedrick Anton Van Heynitz (تـــوفي 1801) إلى وضع

طرائق أكثر فعالية في المناجم وساعد على تأسيس عدة مؤسسات للتربية التقنية، مثل پرچاكادمي في فريبورغ، وبرلينر بواكادمي في الهندسة المدنية والميكانيكية[121].

ومع ذلك، وكما أثبته أرِك بروز Eric Brose، عندما اختار قصة التصنيع البروسي بعد عام 1809، فإن ما كان يتبلور من أفكار في الجامعات والمدارس ذات الأفكار الإصلاحية لم يكن، بشكل عام، يترجم إلى المجتمع الواسع[122]. كان زواج المصلحة السابق بين الدولة المهيمنة ذات السلطة المطلقة والإكليروس البروتستانتي قد أنتج تربية ذات توجه علمي تطبيقي وتكنولوجي محدودة الانتشار. كانت الجامعات والمدارس التقنية هي الاستثناء في توفيرها للقيادة التي تعترف، على الأقل من حيث المبدأ، بأن "الإنجاز التربوي سيساعد في زيادة التجارة والمهن"[123].

وعندما بسط نابليون نفوذه وسلطته على أوروبا الغربية وصولاً إلى برلين، سعى وزراؤه للحصول على تقارير عن حالة الصناعة في تلك البلاد. وعادت الأحاديث من المصنِّعين الألمان الذين كانوا يهتمون بالمكننة بأن القليل من ذلك كان قد أنجز من قبل الحكومات الألمانية السابقة لتحسين النسيج والصناعات[124]. وكان لمثل تلك المقولات التأثير في اكتساب الرضا، إذا لم يكن ذلك هو الهدف الفعلي منها.

وقد خفضت تلك المقولات من قيمة التقدم الصناعي العشوائي الذي كان قد أنجز في پروسيا، وبالطبع فإنها أهملت التطور شبه الصناعي في صناعة النسيج والذي حدث في بعض المناطق الريفية من ألمانيا، في سيلسيا وساكسوني وراينلند[125]. وفي العقد الأخير من القرن الثامن عشر قام الصناعي جوان برجلمن Johann Bruegelmann بنصب مكائن للغزل ومصانع غزل تدار بالماء قرب راتنجن. كان قد هرَّب تلك المكائن بشكل غير قانوني من انكلترا.

كان الاحتلال النابليوني لمحافظة راينلند بركة مشكوك فيها بالنسبة للتنمية الصناعية في المنطقة. وتوحي بعض الدلائل ذبأن الإداريين الفرنسيين قد أصلحوا التعليم وفي الذهن احتياجات اقتصادية(126). لكن جهودهم انتهت مع اندحار نابليون. وبعد سنة 1815 والعودة إلى الحكم الوطني، انطلقت حكاية التنمية الصناعية الألمانية في راينلند وپروسيا على أشدها. وما هو مهم بالنسبة للقصة التي ذُكرت خطوطها العريضة هنا هو أن الثقافة العلمية بمنظور الدولة الپروسية، من حيث أهميتها للصناعة، كانت ميكانيكية وتطبيقية. لكن كان لا بد من التفاوض على أهداف التنمية الصناعية لتناسب المصالح الأرستقراطية والتي كانت، في معظم الأحيان، تقاوم كل تجديد من البخار إلى سكة الحديد. وقد احتاج الأمر إلى عقود في القرن التاسع عشر حتى يستطيع الإصلاحيون الصناعيون البروسيون أن ينجزوا تلك الأهداف. وفي أواسط القرن الثامن عشر بدأت الصناعة الألمانية تطرح تحدٍّ للهيمنة الإنكليزية، لكن لذلك قصة مستقلة.

إيطاليا

حيث كانت معرفة القراءة ضعيفة وسلطة المراقبين قوية، كان انتشار العلم الجديد عشوائياً بشكل لامتناه مقارنة بفرنسا والأراضي المنخفضة أو ألمانيا. في إيطاليا، حيث جذب **غاليليو** يوماً اهتمام النخبة والمراقبين معاً، لم يحصل العلم الجديد لـ **چاسندي وديكارت** وأخيراً **نيوتن** سوى على ادعاءات أولية من الولاء في أوساط دوائر مختارة في روما ونابولي وتورين. وفي روما، مدينة محاكم التفتيش، كانت دائرة من الچاسنديين المؤمنين بالذرة في تركيب المادة قد اجتمعت في أواسط القرن السابع عشر. ولفترة قصيرة التزمت أكاديمية هنالك، تحت إدارة

جيوڤاني جيامپيني Giovanni Giampini بالتجريبية الغاليلية وبدراسة الميتافيزياء الديكارتية[127].

وفي أواخر القرن السابع عشر كانت الأزمة الفكرية التي ضربت معظم أوروبا الغربية – التحول نحو العلمانية الذي جرت مناقشته في الفصل الرابع – قد بدأت تؤثر في إيطاليا أيضاً، ومن ذلك جاء الترابط بين العلم والهرطقة. كان البحث عن الحرية الفلسفية بين المثقفين الإيطاليين ذوي الفكر العلمي قد أدى بدوره إلى تعبئة **محاكم التفتيش** ضد "الرياضيات والرياضيات الفيزيائية"، لأنها كانت تُرى على أنها مؤذية "لصدق الإيمان"[128]. ولكن، مع كل الأخطار المرتبطة بدراسة العلم الجديد، كان اختراق هذا العلم جنوب الألب حقيقياً ومستداماً. كانت كتابات **هوكسبي وزچرافسند** تُعرف مباشرة بعد أن تنشر. وقد ظهرت نسخة إيطالية في فلورنسا، عام 1716، لمحاضرات **فرنسيس هوكسبي** في لندن – *التجارب الفيزيائية الميكانيكية لمواضيع مختلفة* *Physio-Mechanical Experiments on Various Subjects* (1712) – وهي الأولى في تلك السلسلة من المحاضرات العامة التي كانت ذات أهمية مركزية في عملية الانتشار. وقد أدى هذا التعرض للعلم إلى إحداث وتيرة للتجريبية العلمية وضعت النيوتونيين الإيطاليين في وجه الديكارتيين والسكولستيكيين على امتداد معظم القرن.

وكذلك نجحت أعمال **روبيرت بويل** في إيجاد طريقها جنوباً، كما فعل العديد من الزوار البريطانيين. وبحلول عام 1707 كان كتابا *البصريات* و*برنسيبا* لـ **نيوتن** قد أصبحا موضوعاً لنقاشات حادة، وكان الجدال البلاغي الناقد ضد الديكارتية قد بدأ. كان الربط بين النيوتونية وميكانيك **غاليليو** سهل الإدراك، وبدون مفاجأة كان

مهـــندس إيطالي من نابولي، **سلستينوچلياني** Celestino Goliani، هو الـــذي قام بالمساهمة الأكبر في تشكل المدرسة النيوتونية في إيطاليا[129]. كان الاهتمام بترشيد الإبحار والزراعة، بدلاً من التطبيق الصناعي، سمة *الـــروح العلمـــية* لتلك الدوائر النيوتونية. وبدون مفاجأة أيضاً، كانوا كذلك على اتصال عن قرب مع الجيل الأول من النيوتونيين الهولنديين.

كـــان التنوير الإيطالي قد جعل الجدل الكلامي ضد رجال الدين مركـــزياً في همـــومه، وســـعى النيوتوني الإيطالي **فرنسسكو ألچارتي** Francisco Algarotti إلى اجتذاب النساء المتعلمات إلى معسكر المتنورين. وأصـــبح كتابه *النيوتونية للسيدات* *Newtonianism for the Ladies* (1737)، والـــذي نـــشر في نسخة إيطالية صادرة في ميلانو، الكتاب الأوسع قراءة وترجمة بين التفسيرات العامة المفصلة للعلم الجديد خلال القـــرن. وقـــد يبدو هذا الكتاب كمظهر جريء في السعي لاجتذاب النـــساء ضد الكنيسة ومحاكم التفتيش معاً. وعلى امتداد القرن الثامن عـــشر سعى مختلف المحاضرين العلميين - **الأب نوليه وبنجامن بوسما** مـــثلاً - للحصول على دعم القسم الجديد من السكان المتعلمين، ليس لـــتقديم عـــضوية كاملـــة للنساء في المجتمع العلمي ولكن لاجتذابهن كمـــساندات. وهـــنالك بعض الدلائل من أواخر القرن تشير إلى أن النـــساء تجـــاوبن بخطـــابهن الخاص مع هذه الدعوة وقمن باستخدام الجـــدالات للفلسفة الطبيعية في نقد التساؤلات حول موقعهن في كل مجتمع أوروبـــي.

وقـــد سمحت النيوتونية للكاثوليك الإيطاليين المتحررين بصياغة تـــديّن معـــتدل ومتـــنور، يدين جزئياً للمحاضرات المبكرة لـــ **بويل** و**كـــلارك** وغيرهما من الذين أوجدوا *وسطاً حيّاً* *via media* بين مادية التنويـــر الـــراديكالي والسكولـــستيكية الـــتي كانت الكنيسة الرسمية

تنادي بها. وفي وجه الظروف المادية والاجتماعية التي كانت غير مناسبة أبداً للترويج للصناعة، كان النيوتونيون الإيطاليون، مثل **أنطونيو جنوفسي** Antonio Genovesi، يركزون طاقاتهم في إعادة تنظيم المدارس والأكاديميات. وفي نابولي، وهي واحدة من مراكز التنوير الإيطالي، سعوا ليس إلى أقل من تحديث مجتمعهم وثقافتهم. وقد هاجم **جنوفسي** الظروف شبه الإقطاعية التي كانت سائدة في الريف، وسعى من خلال علم الاقتصاد الجديد لمعالجة مشاكل الفقر والتخلف الزراعي[130]. وربما كان إدماج العلم في المجتمع الإيطالي قد أنتج رد فعل مباشر على المشاكل الاجتماعية أكثر إنسانية من ذلك الذي وُجد في الصيغة البريطانية أو الفرنسية. ومع ذلك لا بد من الملاحظة بأنه في كل مجتمع أوروبي كانت المقاربة للزراعة تكتسب قبولاً خلال القرن الثامن عشر، وساهمت في إزالة النقص في الغذاء في المناطق الأساسية في أوروبا الغربية.

وربما كان واحد من الأمثلة الملحوظة لغرس التنوير قد حدث في تورين، في بيدمونت، المحافظة الشمالية. فهنالك، عام 1757، قام حاكمها الأرستقراطي، ببساطة، بتأسيس أكاديمية علمية، حيث لم يكن هنالك واحدة قبل ذلك. وقد تحركت هذه الأكاديمية بسرعة لتصبح طليعية في العلم الأوروبي المعاصر لها، النظري والتطبيقي معاً. وتظهر وقائعها، وكذلك وقائع المختبرات التي أقيمت لخدمة حاجات الجيش، اهتماماً ملحوظاً في الميكانيك التطبيقي من النوع الصناعي. وفي هذا التنوير البيدمونتي، الذي كان يرعاه حاكم مطلق الصلاحيات، تظهر سمات من العلاقات الحديثة بين العلم والدولة بشكل فائق الاستشرافية. فالإصلاح والتحسين من خلال العلم والتقدم والتحرر ترتبط كلها بشكل لا يمكن فصمه مع الحرب وصناعة الحرب. كان واحد من كل

خمسين من بين البيدمونتيين منخرطاً في الحرب وصناعة الحرب؛ كانت المختبرات ملكاً للعلميين والتقنيين في الجيش. والمشهد الذي استحضرنا روحــه في مخيلتـــنا لتلك العقود يتطلع إلى عملية التصنيع التي ترعاها الدولـــة في القـــرن الثامن عشر، إلى المجمع الصناعي-العسكري للقرن العشرين(131). وعلينا أن لا ننظر إلى الماضي بهذه النظارات المنتسبة إلى حزب ويج البريطاني؛ ولكن في بعض اللحظات قد يكون من الصعب أن نتذكر أننا نضع تلك النظارات.

وبالرغم من الاهتمامات لنخبة من المثقفين الإيطاليين وللحكومة البيدمونتية، فإن العلم التطبيقي من أجل أهداف صناعية لم يتجذر أبداً قبل عام 1800. ببساطة، كانت هنالك معارضة قوية ورقابة قوية أثرتا كـــثيراً على أقدار ذلك العلم. فإيطاليا وإسبانيا قبل النصف الأخير من القـــرن اتخذتا توجهات اقتصادية تختلف عن ما حدث في باقي أوروبا الغربية. ولم يخف فقرهم النسبـــي إلا في مرحلة ما بعد الحرب. والحياة الثقافية التي لم تُبن حول العلم والتكنولوجيا في كلا البلدين خلال القرن الثامن عشر هي فقط جزء من قصة تخلفهما الصناعي.

الفصل الثامن

الصناعة والمهندسون في فرنسا في ظل السلطة المطلقة والثورة

عندما كنت مسافراً في انكلترا رأيت بامتعاض أن ثورة في الفنون الميكانيكية، السلف الحقيقي، السبب الرئيسي الحقيقي للثورات السياسية، كانت تتطور بطريقة مخيفة لكل أوروبا، وخصوصاً لفرنسا، التي سوف تتلقى الضربة الأقسى منها.

جاسوس صناعي فرنسي يكتب لوزير في باريس عام 1794[1]

تصوُّر الخطوط الأساسية للثقافة العلمية البريطانية التي تقدم وصفها في الفصول السابقة اختراقاً عميقاً وعريضاً للمعرفة البسيطة الميكانيكية وكذلك الرياضية. وكما رأينا قبل قليل في الفصل السابق، جاء لاحقاً الاختراق في النظم التربوية في البلدان الأخرى في أوروبا الغربية. وحيثما كان ينتشر، كان القاموس المشترك الذي تقدمه ثقافة العلم العملي يبني جسراً غير مسبوق بين أولئك الذين يمتلكون رأس المال والرجال الذين يمتلكون المعرفة الميكانيكية. وعندما لم يكن مكبوحاً بموانع اجتماعية أو مؤسسية، كان هذا القاموس المشترك من المصطلحات العامة يسمح بدرجة عالية من التفاعل بين المهندسين ورجال الأعمال المبادرين. كانت محادثاتهم المشتركة المتداولة عند مداخل المناجم وفي الموانئ والقنوات والمصانع، من مفاتيح النجاح

الـصناعي الـبريطاني؛ بعض المراقبين المعاصرين، مثل ذلك الجاسوس الفرنـسي الذي ذُكرت شهادته أعلاه، عرف ذلك. كان يكتب ليبلغ الحكـومة الـثورية الجديـدة عن ثورة أخرى تختلف كثيراً، كان قد شاهدها عبر القناة قبل عقد كامل أو أكثر. والثورة الصناعية الإنكليزية التي تحدث عنها **لوتورك** Le Turc، كانت تهدد بتغيير ثوري في ميزان القـوى في أوروبا؛ في سياق تلك الرسالة، كان ذلك ما عناه بالثورة السياسية. كانت أقسام تلك الثورة التي كشفها تجسسه تتضمن: آلات جديدة ومحركات ومصانع، ومهارات منظمة ضمن تقاسم العمل. ومن خلال المراقبة المباشرة، وإن كانت مستترة، أمضى **لوتورك**، الذي كان مهندساً متدرباً، سنوات في وصف الآلات الجديدة بتفصيل. كان عمله قـد كلف مبالغ ضخمة دفعتها مالية *النظام القديم*، وبشكل واسع، من أجـل الـنجاح في النهاية بتوظيف عمال أو مهندسين بريطانيين أو في تقليد تقنياتهم. وباختصار، من سنوات الـ 1730 وبعدها، عانى وزراء التجارة الفرنسيين *هاجساً حقيقياً* حول المنافسة الإنكليزية[2].

وإلى عـام 1800، وبعـد ذلك بفترة طويلة، كان لدى الحكومة الفرنـسية سـبب للقلق. وفي أواخر القرن الثامن عشر كان الثوريون خـصوصاً موسوسـين بالإصـلاح الاقتصادي، وكانوا مقتنعين بأن سياسـات أسـلافهم ما قبل الثورة قد فشلت. وقد جلبوا معهم نفاذ بـصيرة جديدة معمقة حول طبيعة السبق التنافسي البريطاني. والشيء الأهـم بالنسبة لقصتنا هو أن الإصلاحيين الصناعيين لما بعد عام 1789 كانـوا قد رأوا الأبعاد السياسية والاقتصادية، وكذلك العناصر الثقافية التي نحن بصدد وصفها. ولكن مع مرور الزمن، كان نفاذ بصيرتهم قد أُهمـل مـن قـبل المؤرخين. وفي الواقع، فإن مؤرخي الثقافة والعلم والتكنولوجـيا يقومـون بإعادة اكتشاف ما كان المراقبون الفرنسيون

- وفي الواقـــع مبكراً من أواسط القرن الثامن عشر وبعد ذلك - قد اعتقدوا أنهم قد بدأوا يفهمونه[3].

وفي سنوات الـــ 1790 كانت الحكومات الفرنسية مبهورة بتلك النظـــرة المستقبلية في ثقافة العلم البريطاني لدرجة أنها سعت لتبني تلك الـــثقافة وتكـــرارها. وكما سوف نرى، لقد سعوا بوعي ليكون من الممكـــن إجراء محادثات تقنية بين رجال الأعمال المبادرين والمهندسين. لكن قبل ذلك كان عليهم اختراع المهندس المدني - كنقيض للمهندس العـــسكري ذي الموقع التقليدي القديم والمرتبة المهنية العالية - وبعدها كـــان علـــيهم أن يعلّمـــوا رجال أعمال مبادرين مؤهلين تقنياً، وأن يحابوهـم، وفي كثير من الأحيان كانت الشخصيتان (أي المهندس ورجل الأعمـــال المـــبادر) تتجسدان في فرنسا ذلك العصر في شخص واحد. حتى أن الفرنسيين تصوروا أن تتشكل حالة فكرية نيوتونية، وميكانيكية بالـــتحديد، في المحادثات التقنية الجارية حول التجربة والفشل والتي كانت ضـــرورية في صلب كل اختراع تكنولوجي ناجح. وفي وصف البراعة الـــبريطانية الفائقة في الصناعة، كان وزراء نابليون القلقون يستخدمون في محادثاتهم الخاصة هذا التشبيه المجازي النيوتوني التوجه: "إن الضرورة المطلقة لتوليد صناعة فرنسية والعمل على استدامتها، هي مشكلة قامت انكلتـــرا بحلها لنفسها بشكل حاسم جداً. إنه بمثل تلك الرافعة القوية (أي الـــصناعة) استطاعت انكلترا أن تحافظ على هذه الكتلة الهائلة من المنـــتجات. إن وزن تلك المنتجات يُحدث جاذبية لا يمكن مقاومتها، وهـــي تجـــذب كل شيء آخر إلى مدارها"[4]. وكما رأينا عند نقاش نـــيوتن والتنوير النيوتوني، أشار هذا التشبيه المجازي الفرنسي (ربما عن غير عمد) إلى عنصر مفتاح من العناصر المتضمنة في النظام الاقتصادي الجديـــد هو الإنتاج الكبير. كانت بذور التنافس الصناعي الإنكليزي

الفرنـــسي قد زرعت في القرن السابق، في الحقبة حوالي عام 1790 عندما قـــام الثوار الفرنسيون باستخدام مصطلح *النظام البائد* ***ancien regime***. وسرعان ما أخذ هذا اللقب المضمون الإيحائي الاحتقاري لـــ "القديم" (وليس فقط السابق) والمتخلف، ولكن ذلك كان بدون معنى لرجال ما قبل 1789 الذين كانوا يشكلون الإدارة الحكومية الملكية السابقة. كان ذلـــك النظام قد حكم فرنسا لقرون، وفي أواسط القرن الثامن عشر لم يكـــن هنالك أي شيء "قديم" في ذلك النظام وأهدافه وتطلعاته. وفي القضايا الاقتصادية كان الإداريون الملكيون في كثير من الأحيان مجددين استفادوا، هم أنفسهم، من أفضل المهارات العلمية وأفضل المستشارين والاستـــشاريين. وكمـــا رأينا في الفصل الثاني، كان النظام الفرنسي لـــرعاية العلـــم يعود إلى سنوات الــ 1660، إلى **كولبير** وحكم الملك **لـــويس الـــرابع عشر**. كل المعرفة، حتى الديكارتية، كان يقصد منها تعزيز مجد الدولة وعظمة الملك[5].

وفي أواسط القرن الثامن عشر سعى الإداريون الحكوميون الفرنسيون لتحفيز التجارة – هنا ومن خلال التصنيع والاختراع والصناعة – لتزداد أكثر ثروة الملك ورفاهية رعاياه. ومن الناحية النظرية كان أي اختراع أو مخطـــط يلقـــى أذناً عادلة، خاصة إذا كان يضاهي التقدم الذي كانت التقارير تتحدث عن أنه كان يحدث في بريطانيا. وهنالك تصور بأن تميزاً تكنولوجـــياً في صناعة النسيج والمعادن وفي التطبيقات الميكانيكية عموماً كـــان يـــنمو في كـــل عقد. كان النجاح الصناعي البريطاني يستحث المـــبادرات الـــوزارية الفرنـــسية: وزارات التجارة والبحرية، وكذلك المسؤولين المحليين، الممثلين المناطقيين للملك؛ وكانت الجمعيات التشريعية المحلـــية (أو مجـــالس الطـــبقات) مستعدة لأن تعطي ليس فقط براءات الاختراع ولكن أيضاً المساعدات والجوائز للاختراعات، ومنحاً حكومية

للمختــرعين(6). ولكن، من سنوات الـ 1760 وإلى اليوم، كان الحكم علــى كل هذا النشاط وما زال، وقلما تغير، يقول: عموماً بقيت فرنسا القرن الثامن عشر متخلفة نسبياً في القضايا التكنولوجية والصناعية.

وربمــا كان يمكن القول إن التخلف كان فقط في عين المراقب. وبالفعــل فــإن الإدانة كانت تأتي عادة بعد الوقائع: فالنظر إلى الوراء صــحيح 20/20. ومــع ذلك، في حالة النظام القديم في فرنسا، كان المــراقبون المعاصــرون لــذلك النظام قد قاموا في ذلك الوقت برصد الأســباب فعلياً وبالقلق منها. ومن المنظور الثقافي أصبح التحدي هو تــصور السياق أو الظروف للقدرة الإبداعية الفرنسية. نحن نحتاج أن نلقــي بعــض الضوء على كيف كان النظام مطلق السلطة – سلسلة الأوامــر مــن بــاريس إلى المحافظــات، نظام التوصيات، *المذكرات*، والتسلــسلية الإداريــة ضــمن كيان اجتماعي من الفيالق الاجتماعية والطــبقات والامتيازات والدم (الأرستقراطي) والولادة – قد أثر على اللحظــات الــصناعية. وسنطرح هنا القضية على أن الثقافة السياسية للــنظام القــديم – بالــتحديد فضاء المقسم إلى مجالات نفوذ ومنازل اجتماعية ثابتة – قد لعبت في الحياة الاقتصادية والتكنولوجية بطرق غير متوقعة. فأولئك الذين عاشوا ضمن قواعد اللياقة لذلك النظام وعملوا داخــل البيروقراطيات مطلقة الصلاحية لم يكن بإمكانهم دائماً أن يروا الديناميكية التي سنقوم نحن بمتابعتها، ليس أكثر مما نستطيع أن نصل [به إلى] خارج المتغيرات في عالمنا نحن، الاجتماعي والثقافي.

الثقافية العلمية الفرنسية خلال حقبة النظام البائد

ربمــا أدى كــل النشاط المركّز صناعياً، والذي جرى بعد عام 1800، إلى تــشويه الــسجل الذي أنجزه *النظام البائد*. وبالتأكيد لقد

أعطى الثوار الفرنسيون إعلاماً سيئاً عن النظام القديم بأنه كان ظلامياً ومستدخلاً حيث لا يلزم. وبالفعل فإن واحداً من التيارات السائدة في الأدبيات التاريخية عن عملية التصنيع الفرنسية في القرن الثامن عشر كان يقول إنه في كل مكان "كانت عملية التصنيع مقيدة... بالتدخل من الحكومة..."[7]، والحقيقة إن حكومة النظام القديم كانت لاعباً منخرطاً بشكل مباشر في التنمية الاقتصادية أكثر من أندادها، في الحكومة البريطانية أو حتى الحكومة النمساوية مطلقة السلطة. وبالفعل فإن أرشيف الدولة الفرنسية لما قبل عام 1789، وللوزارات المعنية بالتجارة والصناعة والبحرية وكذلك أرشيف المحافظات، كانت كلها غنية بالأمثلة عن الجهود لتجفيف الموانئ وتطوير صناعات الزجاج والكيميائيات، واستيراد التكنولوجيا البريطانية لصناعة الحرير والقطن، وكذلك محركات البخار. ومع ذلك، ومع كل هذه الطاقة المبذولة، كانت هنالك فجوة ملحوظة – رصدت فعلياً في ذلك الحين – قد تنامت بين المهارات التقنية والصناعية في بريطانيا وما حققه الفرنسيون إلى سنوات الـ 1780.

وقد لُفت انتباه حكومة النظام القديم[8] إلى العديد من المشاريع التي جرى تطويرها من قبل مهندسين ورجال أعمال مبادرين أجانب. وبدلاً من رؤيتهم كنقائض للطوعية والتنمية، كما وصف الثوار الفرنسيون الإداريين الحكوميين من الجيل السابق، لا بد من رؤية هؤلاء الإداريين على أنهم كانوا مهتمين بشدة بالتطويرات الاقتصادية، وفي بعض الأحيان متحمسين لتسهيلها. وبالفعل كانت الدولة الفرنسية مستعدة حتى لتشريع الاحتكارات المدعومة للتجديدات التكنولوجية التي سعى العديدون من المخترعين البريطانيين المتنقلين أن يحصلوا عليها[9]. وبالتالي – و لم يكن ذلك مفاجئاً، ومن سنوات الـ 1730 وبعد ذلك –

كـــان سيل مستمر من التقارير يصل إلى الحكومة عن مواضيع ميكانيكية واســـعة التنوع، من الصناعات الوطنية والأجنبية معاً. وبحلول سنوات الــــ 1780 كان كل جاسوس تكنولوجيا يعمل على درب تم سلوكه مرات عدة قبله. كانت التقارير المرسلة من الرحالة الفرنسيين إلى الدولة تتنوع بشكل واسع، ولكنها لم تهمل أبداً ملاحظة العناصر الثقافية. وفي سنوات الــ 1780، عندما رأى المهندس الفرنسي **بيير-شارل لوساج** Pierre-Charle Le Sage سوق الأسهم في لندن، رسم مخطط قاعته. وعلى الخريطة وضع كل قسم كما شاهده: كانوا رجالاً متجمعين في مجمـــوعات. بعـــضهم مـــصطفون حسب تعريفهم بتجارتهم ومهنهم (كـــصانعي أو بائعـــي أقمشة) ولكن آخرين كانوا يتجمعون حسب الدين أو الجنسية[10].

ونحـــن ســـنكون ســـعيدين أن نعرف كيف كان بائع أقمشة من *الكويكـــرز* يفـــاوض على كيف يُعرَّف وكيف يختار أين يقف. هل كان يـــذهب إلى عـــصبة *الكويكرز* أو مع المصنِّعين؟ هل كان الإنكليكان أو اللوثـــريون علـــى أرض الـــسوق يشعرون بالعداء الديني عندما يشعرون بالمنافسة التجارية؟ هل كانوا كلهم يشعرون بأنهم أفضل من اليهود، الذين كانـــوا أيـــضاً يقفون مجموعين بينهم؟ وبالفعل هل كانت عصرية السوق الموضـــوعية تـــتعايش مع القيم الثقافية التقليدية ومع العقائد الدينية؟ ولو أحضر الرجال دينهم معهم إلى أرض سوق التبادل بالأسهم، ألا يحضرون أيـــضاً قـــيماً أخرى من حقبات ما قبل التصنيع، وحتى هل كانوا أحياناً يجعلون تلك القيم تعمل بتناقض مع الأهداف الموضوعية اللاذاتية التنافسية لتوجه السوق والتي كانوا أيضاً يسعون لها بكل جهد؟

حـــتى وزراء الدولة الفرنسية كانوا يقولون إن نقاط عمى، ناتجة عن النظام التربوي في ذلك الوقت، كانت تحتاج لتدخلهم. وقد أمضى

الأكاديمي أتيَنّ منيو دو مونتنيي Etienne Mignot de Mintigny سنوات في مراقبة صناعة النسيج في بريطانيا، وكذلك الصناعات في سويسرا وفي المحافظات الفرنسية. كانت مهمة جيدة في المواقع التي زارها. وفي النهاية عندما عاد إلى الوطن أُعطي وظيفة المفوض في مديرية التجارة. وكما تعلّم المخترعون، كانوا يحتاجون للبقاء تحت جناحه الراعي. كانت وظيفته تتطلب مراقبة "كل الاختراعات والاكتشافات والآلات التي قد يثبت أن لها فائدة للفنون التقنية التي كان يمكن أن تهم "تجارة الملك". وفي *مذكرة* كتبت قُبَيل وفاته عام 1782، وصف دو مونتنيي أنشطته العديدة، لصالح تنشيط الصناعة الفرنسية - والمفيدة لنا في هذا الكتاب - وشرح لماذا كان من الضروري إنشاء مكتبه بالأساس[11].

كانت مهمة دو مونتنيي في النظام القديم أن يحدد قيمة واستحقاق التحديدات، وأن يتجنب أن تُخدَع الحكومة بالمظهر الخاطئ لفائدة تلك التحديدات، أو أن تشتري أو تساند "الأسرار" المزعومة والتي ربما تكون قد أصبحت معروفة قبل ذلك. وقد يتساءل المؤرخ لماذا لم يستطع الموظفون الحكوميون المحليون أو التجار الذين كانوا أقرب إلى المواقع الصناعية التي زارها دو مونتنيي أن يكتبوا التقارير؟ لماذا كانت الحكومة المركزية تتدخل؟ وقد شرح: "كانت طبقة *الحكام* المحليين تفتقد التعليمات التقنية حول تفاصيل الفنون والتجارة والآلات، وفي معرفة الحِرَف والمكنات التي تشتغل في المعادن والمعادن الخام". وكنتيجة لذلك كانوا في معظم الأحيان "يُخدعون من قبل المشعوذين، ويسمحون للجمهور بالانخراط في موسسات أعمال فاشلة من خلال إعطاء امتيازات يقوم المضاربون بسوء استغلالها، وكان يمكن من خلالها أن يعيشوا على حساب السلطات الحكومية".

وبالـــتالي، تـــبعاً لشهادة المفوض الحكومي المنخرط بشكل مباشر في تـــرويج الصناعة خلال العقود الوسطى للقرن، كان النقص الكامن في التـــربية العلمـــية، وغـــياب الاهـــتمام بالآلات والعمليات الكيميائية وبالاختـــراعات مـــن قبل النخب والسلطات المحلية، من الأسباب التي كانت تفرض تدخله. وفي *مذكرته* أشار **دو مونتني** بشكل أساسي إلى صناعات النسيج والبرسلان، حتى أن البخار لم يذكر. وبرأيه كان عدم الاهـــتمام أو الجهل للجهات المحلية هو ما كان يستجلب نظاماً رسمياً مفصلاً يعوض على النقص في التقييم الأكاديمي. وقد سعى هذا النظام في الـــتدخل للتغلب على نقاط العمى التربوية والتي كان سببها جزئياً، كمـــا رأيـــنا في الفصل السابق، المدارس التي يهيمن عليها الإكليروس ونظـــام *الكلـــية* الذي كان بطيئاً في التجاوب مع الميكانيك النيوتوني. ولكـــن كما سوف نرى بعد قليل، كان الأكاديميون ذوو الامتيازات، رغم نياتهم الحسنة، غالباً ما يكبحون التنمية الصناعية.

وعـــندما كانـــوا غـــير متأكدين من قضية تقنية كان المسؤولون الفرنـــسيون، مثل **دو مونتني**، يستدعون أكاديميي العلوم أو المهندسين العسكريين للاستشارة والمساعدة. وبالفعل كان المهندسون العسكريون الفرنـــسيون من أصول اجتماعية أعلى، وكانوا عموماً مدربين بشكل أفضل وأكثر مهنية من أندادهم البريطانيين[12]. كان أصحاب المشاريع والمهندسون الميكانيكيون يقدمون مقترحاتهم للتقييم وإصدار الأحكام؛ وأرشيف الأكاديمية الباريسية للعلوم غني بالمشاريع ذات الفائدة العملية النفعـــية التي أُحضرت إلى الأكاديميين لتقييمها. وقد قام المؤرخ **روبن بْرِجز** Robin Briggs بمراجعة الأدبيات الضخمة الموجودة في الأكاديمية باحتـــراس. وهـــذه تثبت الاهتمام الحكومي في تطبيق العلم، وبشكل خاص في الميكانيك، كما تظهر التخلف النسبـــي للصناعة الفرنسية في

القـــرن الثامن عشر، خاصة صناعة المعادن. وهو أيضاً قد قام بتمشيط أرشيف الأكاديمية لإظهار التزامها المتقطع ولكن الحقيقي بالاستفادة من المشاريع التقنية. وقد خلص إلى أن "الأكاديمية كانت طرفاً في الأفكار التي كانت أكثر تحديداً من قدرة اقتصاد *النظام البائد* على الاستيعاب؛ كان العلميون الفرنسيون يُقارَنون إيجابياً بأندادهم الإنكليز، على الأقل مـــن نهاية القرن السابع عشر وما بعده... وإذا كان التخلف الفرنسي النسبـــي يحتاج إلى تفسير، فيجب البحث عن الإجابات حول ذلك في مجالات أخرى"(13).

والمجـــالات الأخرى التي اقترحها بْرِجْز، تقع في أرشيفات فرنسية أخـــرى تلقي أضواءً على حقيقة طبيعة التفاعلات التي لا حصر لها بين الأكاديميين والمخترعين ورجال الأعمال المبادرين. وكما يلاحظ برِجز، كانـــت الأكاديمـــية "تمـــيل أيضاً إلى أن تكون فائقة الحذر في إعطاء تصديقها للمخترعين". لكنه استنتج من ذلك، بشكل خاطئ، أن ذلك كـــان "ردة فعـــل طبيعـــية على كونها متضايقة من الأذرع الإدارية المـــتفائلة". كان هنالك أكثر من ذلك السبب في ذلك الرفض المتكرر للمـــشاريع. كان الأكاديميون الفرنسيون يحملون تعريفاً خاصاً للمعايير العلمية عندما كانوا يقيِّمون المشاريع، ومن يمكن أن "يكونوا" مهندسين أو رجـــال أعمال؛ كانت مقاربتهم النظرية في كثير من الأحيان تجلب إلى الـــصناعة أسلوباً اجتماعياً وثقافياً يمكن وصفه، بالشكل الأفضل، على أنه أرستقراطي وتسلسلي من الناحية الطبقية. كان، بالمقارنة، أقل مـــساواة من أسلوب مناقشات التجربة والخطأ، أو حتى التنافسية، التي كانت تجري حول المعرفة العلمية أو التقنية بين رجال الأعمال المبادرين والمهندسين المدنيين ضمن المجتمعات العلمية والأكاديميات في بريطانيا، وبشكل أندر في البلدان المنخفضة.

وفي فرنسا ما قبل عام 1789، كان سائداً نوع مختلف وأكثر طبقية في تقسيم العمل الذهني. كان التقسيم احتماعياً وثقافياً، وكان يعمل بين الأكاديميين والمخترعين، كما ظل يعمل على امتداد القرن الثامن عشر بطرق كان يمكن أن تخيِّب أو تعرقل التطبيقات الصناعية للعلم، وأسلوب تنمية التحديدات التكنولوجية بالتجربة والفشل. وقد لعبت هذه الناحية الإنسانية في التقسيم الفرنسي لنخبة العمل العلمي دورها في مئات من المآسي الصغيرة التي كانت تُمثّل كل مرة كان فيها مخترع يسعى لموافقة من الأكاديمية. كانت صرامة رسميات تقديم الطلب، وصرامة التقييم للطلب، وطبيعة أحكام الأكاديمية بنعم أو لا فقط، جعلت، ومن بعيد، الكلام من الأكاديمية إلى المخترعين ككلام الأسياد إلى المتوسلين من الحرفيين. وعملت هذه الصرامة ضد أسلوب التنمية بالتجربة والخطأ المتضمن في قلب التحديد التكنولوجي. فالسعي وراء الاستفادة بدون اعتماد إطار المساواة النسبية الذي كان يوجد في الجمعيات الفلسفية العلمية في دربيشاير أو برمنغهام أو ماسترخت أو روتردام – في حين أنه ليس من ضمان مطلق بأن التطبيق الصناعي كان سيتم بنجاح أكثر (كما يشهد عليه التأخر في التصنيع في الجمهورية الهولندية) – أعاق الجهود الفرنسية للترويج للاختراع وللتحديد التكنولوجي على امتداد القرن الثامن عشر.

كانت الأكاديمية تعطي النصح لمسؤولي الحكومة حول جدوى اقتراحات محددة للتقنيات والتكنولوجيات الجديدة. وبدون موافقاتها، لم يكن ممكناً الحصول على امتياز أو دعم. باختصار كان هنالك الكثير من المصلحة في الموافقة من وجهة نظر المخترع أو رجل الأعمال المبادر. كان على الميكانيكيين، الفرنسيين أو المولودين كأجانب، أن يقنعوا الوزراء الأكاديميين والباريسيين بأنهم كانوا الأفضل في الأعمال،

أو بأن أجهزتهم سوف تشتغل. "كان الدكتور **دزاچوليه**، الذي كان أستاذي، المهندس الأفضل على الإطلاق بين الذين كانوا لدينا، وهو قد ترك أفضل التعليمات بين كل ما قرأت، رغم أن هنالك كتّاباً يضاهونه باللغة الفرنسية..." كتب مهندس إنكليزي من سنوات الـ 1750 وهو يسعى لعقد مع الحكومة الفرنسية لتجفيف مستنقعات حول دنكرك باستخدام محرك **نيوكومن**. كان متحمساً في جعل تجربته الإنكليزية وسمعة معلمه من الهوغونوت يسبقانه[14]. كان يعرف القليل - كما نعرف نحن اليوم - بأنه، بعد عقود من ذلك، سيقوم الوزراء الفرنسيون بتخيل نوع من "انتقام الهوغونوت" كأطروحة لتفسير تميز الصناعة الإنكليزية. وقد قال الوزراء في تقاريرهم الخاصة إن المصنعين في مانشستر وليدز وهالفكس وبرمنغهام كانوا ممتازين، وإنهم كلهم تقريباً كانوا لاجئين فرنسيين يتمتعون بحرية كبيرة"[15]. لكن النقطة في قصة المهندس الإنكليزي الذي ذكر **دزاچوليه**، لم تكن رحلة إشعار الوزراء الفرنسيين بالذنب. بالأحرى، كان يريد أن يُعرف بأنه قد تدرب لدى علمي ممارس، وبأن سمعته كرجل متعلم علمياً ترافق مقترحاته. وعندها كان يمكن لهذه المقترحات أن تُرسل من قبل الوزراء المكلفين بالتجارة والصناعة إلى أكاديميي العلم العقماء.

والاعتراضات من الأكاديميين، الذين كان الوزراء يعتمدون عليهم، إذا كان تدريب الوزراء غير كاف ميكانيكياً وعلمياً، كانت تقضي على أي اقتراح. وفي بعض الأحيان كان الأكاديمي يكتب تقريراً رسمياً عن نتائج دراسته لمقترح ما؛ وفي أحيان أخرى كانت اعتراضاته غامضة: "**كامو** Camus من الأكاديمية ليس لديه رأي إيجابي بهذه المضخة ولكنه لم يخبرني لماذا"[16]، ذكر أحد الموظفين. وفي إحدى الحالات قال الأكاديمي، بغموض، إن الوقت وحده سيكشف إذا

كانت تلك المكنة سوف تشتغل[17]. كان نظام التفحص الرسمي - الذي يعتمد على مراجعة مكتوبة مصحوبة في كثير من الأحيان بالرسومات والحسابات المتممة، وبدون شك مدعومة بعلاقات واسطة! وبانتماءات سياسية - مكروهاً لدى مقدمي الطلبات المتوسلين؛ كان هؤلاء يرون وزراء الحكومة "يهوّل عليهم من قبل أكاديمية العلوم في باريس". أو كان الأكاديميون يجيبون ببساطة، ولكن بصرامة، "إنه ليس موضوع علم بل موضوع مهارة وعلم ميكانيك؛ وفي الحقيقة عندما كان الأمر يتعلق بالإبحار، كان السؤال هل كان رجال البحر قادرين على الحكم على المشروع بشكل سليم". كان يُنظر إلى كل الأكاديميين الباريسيين، وفي المحافظات، على أنهم غير حساسين لاهتمامات المخترعين ورجال الأعمال المبادرين واستحقاقاتهم. كان المخترعون يتهمونهم بأنهم لم يقوموا بالتحقق من تقاريرهم السلبية بالقيام بتجارب حول "حقيقة اكتشافاتهم"[18]. وحتى في صناعات مثل الحرير - التي كانت على ما يبدو تتطلب أقل من التدريب العلمي الرسمي - كان يُطلب من العلميين المشاركة ويُسألون عن آرائهم. كان على رجال الأعمال المبادرين الذين لديهم القليل من المعرفة الميكانيكية، أن يلعبوا لعبة القط والفأر المطولة مع الأكاديميين؛ كانوا يخفون عنهم أسراراً صناعية بسيطة بشكل ملحوظ، في حين كانوا يحاولون أن يكتسبوا دعمهم. وفي أذهان رجال الأعمال المبادرين كان الوزراء الحكوميون مثل **مونتنيي**، والمحافظون في الأقاليم يُدمجون مع الأكاديميين على أنهم رجال لهم سلطة ونفوذ لا بد من التودد إليهم واسترضائهم[19].

وبالفعل، كان الأكاديميون يعرفون، بدون شك، من العلم الرسمي والرياضيات أكثر مما كان يعرفه المهندسون والمخترعون الذين كانوا يُسألون عن تقييم مشاريعهم المقترحة. وعندما كان يُطلب منهم مراقبة

موقـــع صـــناعي مباشرة، كانوا بشكل روتيني يقيّمون مستوى الخبرة الميكانيكـــية التي كان رجل الأعمال المبادر (صاحب الموقع) يمتلكها. "السيد **بدجيه** Badger لا يعرف إلا القليل في علم الميكانيك"، كتب أحـــد المفتشين إلى الوزير الذي كان يدعم مادياً مصنع **بدجيه** لصناعة روزنامـــات الحرير في ليون[20]. وكون ذلك المهاجر الإنكليزي رجل الأعمـــال المـــبادر ماهراً بشكل خاص في صقل الحرير، ولكن ليس في ميكانيك الآلات المعدن وبناء المصانع، أضر بذلك بأعماله ولكن أضر أيضاً سمعته بين المفتشين.

وببساطة، لم تكن الشكوكية أو التفاؤلية للأكاديميين نتيجة رداءة المـــشاريع الـــتي كانوا يروها من آن لآخر – رغم أنه بدون شك كان هـــنالك مـــا يكفي من تلك المشاريع الرديئة – لكنها بالأحرى كانت تـــنمو من عمق معرفتهم، ومن تقديرهم لكمية العلم والرياضيات التي كانوا يتخيلون أن الواحد يحتاج أن يعرفها ليقوم بتدخلات ناجحة على الطبـــيعة. وبالفعـــل فإن استيعاب الأكاديميين، في النظام القديم، للعلم النظري كان سمة لمقامهم الرفيع. كان يشكل محتوى مدارسهم الفكرية الانتقائـــية الـــتي كانـــت في كـــثير من الأحيان تستقبل فقط الشبان أبـــناء الأرستقراطية. كانت تلك المدارس تجهز هؤلاء الشبان للخدمة في نظـــام مفصّل من البيروقراطيين المدنيين والعسكريين، "*فرق العلماء* *Les corps des savants*". وكانـــت تلك الفرق المتماسكة بدورها محصورة، بالقانون، على الخريجين المتدربين في تلك المدارس[21]. كانت فـــرق المهندسين الملكيين لاعباً أساسياً في الحياة الاقتصادية والتجارية للدولـــة. كانـــت تجمـــع ضرائب الطرق؛ وأهم من ذلك كانت تعد الطرقات، وتبني القنوات والجسور، وتلعب دور المستشار التقني في كل المشاريع التي تتطلب أموالاً من الدولة. دعونا ننظر باختصار إلى مرحلة

متأخـــرة في القـــرن، قـــبل صيف 1789 المصيري، كيف كانت تلك المجموعة ترى نفسها ودورها في المجتمع.

كـــان مـــن المـــتوقع من طلبة الهندسة في *كلية الجسور والطرق* *L'École des Ponts et chaussées* (المؤسسة عام 1747) أن يكونوا ذوي دراســـة عالية، وأن يكونوا متمكنين بشكل جيد من الرياضيات والفيـــزياء وعلم حركة السوائل. كانت امتحاناهم، في نهاية مرحلة من خمـــس أو ست سنوات من التدريب، تتضمن أيضاً أطروحات يُطلب فيها منهم أن يتفكروا في "استفادة الدولة والمجتمع" من مدرستهم. وفي الإجابة على هذا السؤال في باريس، في أواخر أبريل/نيسان 1789 وفي حالـــة توتـــر عالٍ في الدولة، أخبر الطلبة عن التزامهم *بالخدمة العامة* *Le bien Public*، وبعظمة الدولة، وكذلك بجعل التجارة والزراعة تزدهر من خلال الأشغال العامة التي يبنونها في كل محافظة، وكذلك في المدينة العاصمة[22]. كانوا يرون عملهم تنويري، ولكنهم كانوا يعرفون أيضاً أن "الهندســـة البحـــرية والمدفعـــية والعسكرية تقدم للنبلاء الموارد من الـــرجال الذين كان آباؤهم غير مشهورين، أو الذين لم يكونوا قادرين على شراء الامتيازات التي كان الاستحقاق وحده يأتي بها".

وفي ربـــيع عـــام 1789 كانـــت المدرســـة تتعرض لهجوم من *"إصـــلاحيين"* غير معروفين كانوا يحاولون إثبات عدم فائدتها، أو اتهام المهندسين "بأنهم كانوا فظين لمرورهم في أراضيهم من أجل بناء طريق"، أو الذين كان المهندسون يظنون أنهم لا يحبون التغيير. وفي ربيع 1789 كـــان مـــا زال من الممكن للأرستقراطيين الشباب المتنورين والمدربين علمياً أن يتصوروا أنفسهم بأنهم المحرك الأول في التغيير.

لكـــن أعـــداء امتيازاتهم كانت لهم نظرة أخرى لما كان هنالك حاجـــة لـــه. كـــان من التغييرات المقترحة من قبل الإصلاحيين إقامة

مـــدارس هندســـة محلية في كل أنحاء البلاد. وبالنسبة لرجل ما، كان الطلـــبة يـــرون في ذلـــك فكـــرة سيئة. كانت كل مطالعة تقول إنه المواطن/الطالب لن يكون قادراً على احترام المدرسين في تلك الأماكن النائية، وبـــ "أنه من الميزات أن يسكن الطالب في مركز للذوق الجيد ومـــصدر للمعرفة". وفي الوقت الحالي يتلقى طلبة الهندسة تربية جيدة ترتكـــز علـــى الرياضـــيات و"عاداقم معروفة ولا يمكن الطعن ها"، وبالفعـــل فإنهم مجتهدون لدرجة "أنه ليس هنالك طالب واحد لا يريد أن يكـــون أســـتاذاً"، وكلـــهم يمـــتلكون "حباً بلا مصلحة في العلم والفنون". كانوا جميعاً يقولون إنه "لخير البلد" أن يكون هنالك مدرسة واحـــدة للمهندســـين حيث يكون التعليم نظرياً وعملياً. "إن الدولة تـــتألف مـــن رعايا، والدولة تدير كل الأشغال العامة". وفي المدرسة هـــنالك "رجـــال شـــباب ذوو منشأ جيد يضحون بجزء من ثروقم للحـــصول على المعرفة ويحصلون على مرتب ضئيل من الدولة قبل أن يدرِّســـوا ليكونوا مفيدين فعلاً. كان طموحهم الأنبل هو المجد". وكما وضـــعه واحـــد كان سيصبح مهندساً بعد وقت قصير: "في كثير من الأحيان لا مصلحة للمهندس، تحد من طموحه لاستحقاق الاستحسان مـــن الذين يوظفونه، ويجد مكافأته في متعة أن يكون ملتزماً ومفيداً". وكـــان من المفيد للمحافظات أيضاً أن تجد بين المهندسين الملكيين من رعايـــا تلك المحافظات رجالاً قد تدربوا بما يكفي في العاصمة ليعرفوا مـــاذا يفعلون. ولم يكن ولا لمرة واحدة ذكر في تلك المطالعات لتفاعل مـــع الطـــبقة الحاكمة محلياً أو مع رجال أعمال مبادرين. كانت رؤية الدولة (هي رؤية الدولة) مطلقة السلطة؛ ورؤية الهندسة كمهنة انتقائية وحـــتى نبيلة. كانت رؤية المهندس لذاته في النظام القديم، كما وضعه مؤرخ، "مزيج من التسلط والكرم التجريدي"[23].

وعلـــى عكس ذلك، وبعد عشرة أعوام من الثورة الفرنسية، في عـــام 1802، كان طالب الهندسة، المتخرج من الكلية التي تمّ تطهيرها وأعـــيد تشكيلها، قد بدأ يتحدث عن تعقيدات مهماته، فعلى المهندس "أن يكـــون ضـــليعاً في علم الهندسة، وفيزيائياً، وعالم طبيعة، وتاجراً (commercant) وإدارياً". ولسوء الحظ فإنهم يتحدثون عن الثورة على أنها شيء جيد، وعن المدارس الأخرى للعلم والهندسة على أنها إضافات مـــرحب بها. كان هؤلاء رجالاً جدداً يتكلمون لأساتذتهم كما كان أســـلافهم (كمـــا يفعـــل كل الطلبة في كل مكان) بهدف إرضائهم، وللحـــصول علـــى علامـــات جيدة. وبشكل ملفت للنظر بشدة في مطالعات ما بعد الثورة، ظهرت شخصية أخرى: رجل الأعمال المبادر، وكـــذلك ظهـــر تعـــريف ذاتي جديد للمهندس. وكلاهما كان غائباً بالكامـــل في مطالعات ما قبل 1789. والآن كانت إحدى المطالعات تقـــول: "علـــى المهندس أن يقوم بتقدير للكميات في المشروع... أن يعرف ثمن المواد... عليه أن يتجنب إفلاس رجل الأعمال المبادر الذي يأخـــذ على عاتقه أن يعمل بأسعار متدنية جداً، حيث كانت تقديرات الكمـــيات قد جرت بدون أخذ الاعتبارات المناسبة؛ أو عليه أن يعرف كيف يفرض على رجل أعمال طموح، وبدون خجل، أن يقبل بأرباح مشروعة مسموح بها من الحكومة"[24]. ولم تكن تلك الرؤية الأخلاقية لخدمـــة المهندس للحكومة لتظهر أبداً للمهندسين الإنكليز مثل **سميتون وجاســـوپ**، لكن لربما كانا يجدان علاقة مع الاهتمامات المالية لرجال الأعمال الصناعيين، كما يتم وصفهم اليوم. وهكذا بحلول عام 1802، وبنتـــيجة الإصـــلاحات الـــتي تمـــت خلال أواسط ونهايات سنوات الـــ 1790، كان المهندس الفرنسي قد وصل إلى حقبة مختلفة، حيث يمكن كتابة قصة أخرى حول الأساسات الثقافية والاجتماعية للتصنيع.

وفي عـالم مـا قـبل عام 1789، لم تكن الفروقات بين النظم الاجتماعـية وتصرف المهندسين الفرنسيين والبريطانيين لتمر دون أن تُلحـظ من الفرنسيين. وعندما ذهب خريجو *كلية الجسور والطرق* إلى بريطانيا في سنوات الـ 1780 وشاهدوا بحريتها، لاحظوا كيف "كان الموظفـون يعتـبرون أنفـسهم مدنيين... ولا يشعرون بأنهم أدنى من العسكريين... وربما في فرنسا كانت عاداتنا وقيمنا المسبقة... تجعل من المستحيل لمثل هذا الشعور أن نأمل فيه، رغم أن مثل هذا الأسلوب في الـتفكير هو بالتأكيد أحد الأسباب في رفاهية البحرية البريطانية"[25]. والمهندسـون، مثل **لوتورك**، كانوا حريصين على استيراد التكنولوجيا الـبريطانية، ولكـن لم يكن لديهم النية لأن يصبحوا فعلياً صناعيين أو رجـال أعمال. وكما كتب لرب عمله في باريس "أنت تعرف بغضي لأن يطلب مني أن أدير أعمال، مهما كانت مربحة". كان **لوتورك** يورد الأنوال الممكننة التي كانت قد طُلبت وحتى كان يقوم بنصبها للتشغيل، ولكـن تلك كانت حدود اهتمامه. "إن ذلك كل ما يمكن أن يطلبوه مني، وأنا أشعر أنني قادر عليه. ومن المستحيل عليّ أن أكرر كل يوم ما فعلته في اليوم السابق، وفوق كل هذا تفاصيل التصنيع التي هي في هذا العالم الشيء الأكثر جلباً للملل"[26].

كان الوزراء والمهندسون ذوو التدريب العلمي الرسمي، والذين كانوا قد أصبحوا كثراً في سنوات الـ 1770، وكذلك الأكاديميون، يقاربون مـسألة التكنولوجيا بطرق متشابهة. رجال مثل أم. **دو مونتني** كانوا يتمـنون أن يتفحصوها رسمياً، أن يختبروها، وأن يقبلوها أو يرفضوها. كان وزراء الحكومة يريدون بشدة أيضاً التكنولوجيا الأحدث، وبشكل خاص في البخار. ولكن الفجوة، بين ما كانوا يريدون وما كان النظام الإداري الطبقي اجتماعياً يستطيع إنجازه، كانت شيئاً آخر.

لم تكـــن المـــشكلة مع *النظام البائد* في تدخله في حد ذاته. ولو كانت تلك هي المشكلة لما كان هنالك أبداً أية تنمية صناعية في فرنسا، لأنـــه خـــلال الثورة، وبالتأكيد خلال الفترة النابليونية، تمّ وضع نظام جديـــد للمـــساعدة والتدخل غير المباشر، "ليبرالية معدلة"، وهي، مع بعـــض التعديلات، ما زالت سارية إلى اليوم. كانت المشكلة بدلاً من ذلـــك في هيكلـــية مجتمع النظام القديم، في تقسيماته الطبقية ذاتها، في حواجـــز في وجـــه تبادل المعرفة وعقبات في وجه المحاولات التقنية في التجربة والخطأ. ولو أن الوزراء والأكاديميين ورجال الأعمال المبادرين والمهندســين كانـــوا قد اجتمعوا كلهم على نفس المستوى، لما كان بإمكانـــنا أن نـــصف كـــيف كانت ستبدو إنجازات تدخلات الدولة المتنورة. مرة أخرى لا يمكن فهم الثقافي بدون الانتباه للاجتماعي.

محرك واط في *النظام القديم* في فرنسا

لقـــد قام نظام الإدارة الحكومية ذو السلطة المطلقة أيضاً بتوريط رجلـــي الأعمـــال المبادرين **بولتن** **وواط** ومحركهما الجديد. مبكراً في جهـــودهما لتسويق محرك البخار ذي المكثف المستقل، كان لـــ **بولتن**، رجـــل الأعمال المبادر والمصنِّع، **وواط**، المهندس والمخترع، عين على ســـوق القـــارة. وقد حمل النظام الفرنسي بشكل خاص آفاق الدعم الحكومـــي وحقـــوق الاحتكار. ومبكراً منذ سنوات الـــ 1750 كان الـــوزراء الفرنـــسيون وجواسيـــسهم قد قاموا بمسح مختلف المحركات الـــبريطانية وسعوا لاستيرادها. من بين المشاريع المفضلة اختاروا واحداً يستخدم محركات البخار ليزود باريس بالماء من نهر السين.

وقـــد تعامـــل **بولتن** **وواط** مباشرة مع ممثلين للحكومة الفرنسية، وحـــتى مع واحد من الجواسيس الذي كان يقيم في لندن؛ وفي البداية

حصلا على *امتياز (privlège)*، هو حصرية حق نصب المحرك في فرنسا، ثم سعيا بعد ذلك إلى فرصة لنصب محركهما الأفضل وتجربته. وكما كتب **واط**، "ما زالت أعمالنا في فرنسا في مرحلة الطفولة فقط، أي حصلنا على مرسوم (arrêt) من الملك والمجلس لامتياز حصري، ولكن ليس لدينا بعد قوة براءة اختراع، حتى نكون قد نصبنا المحرك وإلى ما بعد أن نقوم بالتجربة والخطأ، التي سيُقدِّم تقرير عنها مفوض ما عُيِّن بمرسوم، يشير بأن محركنا هو أفضل من محركات المنافسين، والتي نأمل بأنه سيكون من السهل إثباته"[27].

لكن *الامتياز* لم يضمن بأن منافسنا لا يستطيع أن يسرق تصميم المحرك إما باستحضاره من الذاكرة - وهي مهمة شبه مستحيلة - أو بأن يطرح نفسه كصديق يشتغل من قبل المخترع ثم يهرب مع المحرك قبل أن يتم ضمان حقوق ملكية **واط**. كان يجب إتْباع الامتياز بتجارب إثباتية (التجربة والخطأ) خلال سنة، تقود بدورها إلى مرسوم آخر (حق براءة اختراع فعلية)، والتي يجب أن تسجل أيضاً في كل برلمانات المحافظات في فرنسا. ولأن أياً من تلك الخطوات لم تكن قد أنجزت بعد، لم يشأ **بولتن وواط** تعيين أي واحد كوكيل رسمي في فرنسا. ولجعل الموضوع مشكوكاً به أكثر، فإنهما لم يثقا تماماً بالفرنسيين. وكما كتب **واط** لصديقه ومعاونه العلمي في غلاسكو، الأستاذ **جوزيف بلاك**: "لقد وصلتنا مؤخراً رسالة من السيد **مجلان** Magellan في لندن، والذي كان وكيل أعمالنا في باريس، وهو، على ما أعتقد، قسيس من الطائفة الكارثوزية أو البندكتية(*)، وهو، بالمهنة، يتعامل بالفلسفة ويبيعها بالمفرد، وهو ربما جاسوس - ولكن، إلى الآن، لقد تصرف بأمانة وشرف معنا - وقد قام باستقصاءات عديدة حول

(*) من الطوائف الكاثوليكية المعروفة في فرنسا. [المترجم]

حــرارتك الكامنة، والتي أجبت عليها كما كان ممكناً؛ كان يريد أن يعرف متى اخترعتَ ذلك..."[28] كان **مجلان** بالفعل جاسوساً لفرنسا وبوضــوح شــعر بالغريزة أن محرك **واط** يستحق المشاهدة، بل حتى الاستيراد، وقد استطاع **واط**، الذي يحسب ما حوله دائماً، أن يكشفه.

وتــشير الرسائل التي تمّ اكتشافها حديثاً في الأرشيفات الفرنسية، مــتممة بــأوراق **واط** الخاصة، إلى قصة مثيرة حول كيف سعى **واط** لحمايــة نفسه، وكيف أدت الثقافة العلمية والإدارية للنظام القديم إلى إحــباط إدخال محرك **واط** إلى فرنسا حوالي عشر سنوات على الأقل. ففــي عام 1779 كتب **واط** من برمنغهام ليشرح لوزير فرنسي، كان مطلعــاً ميكانيكياً، **الكونت دو أروڤيل** Count de Herouville، في باريس، بأن محركه يعمل أفضل من أي محرك آخر. وكدعم لذلك قام مفتش فرنسي زائر، وخبير في المناجم في مدينة نانت، بالكتابة أيضاً من فرنــسا ليشرح بأنه هو أيضاً قد شاهد عن قرب محركات **واط** للبخار تــضخ المــياه إلى خــارج المناجم بنجاح في مختلف المواقع. وقد أكد الجاسوس **مجلان** مصداقية الأوصاف.

كــان هدف كل هذه الرسائل ترتيب تجربة إثباتية لمحرك **واط** في إطار تكنولوجي صحيح بما يظهر تفوقه العظيم، وفي نفس الوقت يحافظ علــى مصالح **واط**. كان هذا يتطلب حضور ميكانيكي ماهر له تجربة عملــية ومعرفة بمحرك البخار. وبعد شكوك أولية، وصل **واط** إلى ثقة بشخصية **جري** Jary وكفاءته الميكانيكية: "لقد اتفقنا مع السيد **جري** على نصب محرك التجربة في منجم للفحم كان له قرب مدينة نانت في محافظــة بريتاني؛ والسيد **جري** هو رجل ماهر يمتلك المعرفة الضرورية ويفهــم مــستلزمات مكان النصب... والصقل الذي يتطلب حضور بعض الأشخاص ذوي المعرفة العملية بكيفية جمع محركاتنا، وحتى تنتهي

هذه القضية ستبقى ملكيتنا للاختراع في تلك المملكة (فرنسا) موضوع شك"[29].

لكـــن أياً من تلك المخططات لتجربة عملية للمحرك ولشهادات من شـــهود عـــيان ماهرين لم ترض الوزراء الفرنسيين. وربما بسبب استشارة شـــركة المياه - التي أُنشئت عام 1778 في باريس لتورد إلى باريس نظاماً أفضل للاستهلاك المحلي، وهي شركة تدار من قبل منافسي **واط** الفرنسيين الإخـــوة **بـــرييه** - أراد الوزراء أيضاً نموذجاً عاملاً لمحرك **واط** ينصب في باريس. ملتزمين بالنظام العلمي الفرنسي لتجربة الاختراعات، أراد الوزراء أن يـــراقب أكاديميـــيوهم فقط المحرك عن كثب[30]. ولم يكن الأكاديميون الفرنـــسيون يسافرون لمسافات طويلة إلى المحافظات إذا كانوا قادرين على تجـــنب ذلـــك. وقد احتفظ كل من **واط** والأكاديميين بمفاهيم مختلفة عن كـــيف يمكـــن فهم الآلة وتجربتها. هو أراد أن يتم تفحص المحرك مقارنة بمحـــركات أخـــرى موجودة فعلياً فقط، بكلمات أخرى بإجراء تجارب تحـــتمل الفـــشل، بحضور ميكانيكي مثل **جري** يفهم كيف يستغل المحرك بأعلـــى كفـــاءة. وكان لدى **جري** أيضاً محرك أقدم، من نوع **نيوكومن**، يعمل قرب نانت. وبالطبع كان لدى **واط** مخاوف أخرى. كان يخاف من مكائد خصومه الباريسيين. وكان يشك في القضاة الباريسيين الذين سوف يتفحـــصون محـــركه، وبالنسبة إليهم، بكلماته، "هم أدباء (سادة للمتعة والأدب)". وحـــيث أن كل هذه العوائق قد ظهرت، فإن المسكين **مجلان** كـــتب لـــيقول إنه بالكاد قادر على تصور وصول المحرك إلى نهر السين، مـــشككاً بـــأن المـــشروع لن يكون أبداً قادراً على دفع المياه عبر ثعالب وخـــزانات وأنابيب إداريي الحكومة". كان تشبيه **مجلان** المجازي عن المياه مناسباً: لقد تصور مشروع استيراد محرك **واط** على أنه يغرق في البحيرات التي صنعها الإنسان وفي تيارات وخزانات البيروقراطية.

كانت الفرصة الفرنسية للحصول على محرك **واط**، عبر **جري**، قد حكم عليها بالفشل بسبب الاختلاف في أساليب التفحص التكنولوجي، وبسبب سلطة الأكاديميين والإداريين الفرنسيين، وبسبب خوف **واط** من مكائد **پريبه** لتجاوز براءة اختراعه. كانت العلاقات الوطيدة بين الإداريين الفرنسيين مع فاقد الثقة السيد **پريبه**، بدلاً من أن تكون مع **جري**، ربما تسببت أيضاً في تأخير الحصول على الإذن باستيراد المحرك الجديد[31]. وبمعرفته للميكانيك التطبيقي وللآلات ولاستخداماتها في بزل المياه، كان **جري** الشخص الصالح للاستفادة من محرك **واط**، ولكن في أواخر سنوات 1770 كان في الموقع الخطأ في الزمن الخطأ. كان منافسوه، عائلة **پريبه**، رجال الأعمال المبادرين الكبار لذلك الزمن، وكانوا ميكانيكيين ماهرين، ممن كانوا قد رأوا محرك **واط** في انكلترا مبكراً منذ عام 1777، وكان أملهم أن يمولوا مشاريعهم بالحصول على الحق الحصري لتوفير المياه لمدينة باريس. كل ما كانوا يحتاجونه كانت محركات **واط** الأفضل، متكاملة مع مكوناتها من الحديد الصلب والتي، في ذلك الوقت، لم يكن بالإمكان صنعها إلا في انكلترا.

وفي النهاية سوف يذهب شرف إدخال محرك **واط** إلى فرنسا إلى عائلة **پريبه**، ولكن بعد عشر سنوات كاملة. كانت لديهم المعرفة الميكانيكية والخلفية الرأسمالية وعلاقات حكومية واسعة[32]. وبعد سنوات من المحاولة بشكل أخرق لتقليد تصميم **واط**، وافقوا في النهاية أن يدفعوا لشراء المحرك. وفي أواخر سنوات الـ 1780 نصبوا محركاً لـ **واط** ليشتغل في أحد مصانعهم في شيو، مخترقين مرسوم **واط**، حيث أصبح محركهم نموذجاً للإنتاج (البطيء) لحوالي 100 محرك فرنسي مقلد. وعندما رأى **واط** محرك مصنع عائلة **پريبه** عام 1787

كـــان مدهوشـــاً بالفعل. أخيراً واحد من محركاته قد تمّ توفيره لخدمة حكومة النظام القديم. وبمساعدة من الأكاديمية أرسل الوزراء المحرك إلى سانت دمنج في هايتي حيث استخدم لري الحقول، في تلك المستعمرة، من الرق والسكر، التي كانت في غاية الحيوية للدولة[33].

وببساطة، لم يكن التأخير في إحضار محرك **واط** إلى فرنسا كنتيجة لـــرغبة **بولتن** و**واط** أن يحصلا على صفقة أفضل من الإخوة **بريه**، أو لخـــوف **واط** المحـــق بأنهم سوف يسرقون التصميم. حتماً كان هنالك الكـــثير مـــن المصلحة الذاتية ومن القلق، لكن الإداريين والأكاديميين الفرنـــسيين، بإجـــراءاتهم الـــتي أحبطت **واط** و**جري**، ساعدت أيضاً وحرضت على التأخير[34].

ومـــع ذلـــك، في عام 1790، كانت النسخة الأفضل من محرك **واط** – وكانـــت تفاصيلها قد نقلت إلى الأكاديميين الفرنسيين بواسطة الجاسوس الصناعي الإسباني والمهندس الميكانيكي **أوغستان دو بتانكور** Augustin de Betancourt – قـــد أصبحت محط أنظار للزوار ذوي الـــتفكير الميكانيكي في فرنسا؛ وتماماً كما أراد الوزير الثوري **أن. أل. فرنـــسوا دو نوفـــشاتو** N. L. François de Neufchâteau، كانت تُدرَّس للطلبة المهندسين[35]. كانت المعرفة الميكانيكية، حتى لرجال مثل **جـــري** و**بـــريه**، مدعومة في بعض الحالات بالجاسوسية التكنولوجية، تـــسهل مـــثل هذا النقل للتكنولوجيا. كانوا جزءاً من جيل جديد من رجال الأعمال المبادرين الفرنسيين/المهندسين الذين تعلموا بعد سنوات الـــ 1770 والـــ 1780، وهم، كما سوف نرى، سيصبحون ماهرين في ذاتهم في العقود بعد عام 1789.

وقـــد تعلـــم **جـــري** ما يكفي عن المحركات ليذهب إلى انكلترا للـــبحث عـــن تكنولوجيا جديدة. ومع ذلك كان من رجال الأعمال

المبادرين من نوع مختلف عن أولئك الذين يُصوِّرون، بالمفهوم المدرسي، على أنهم فرنسيين أكثر منهم إنكليز. وبطريقة *النظام البائد* الجيدة، كان قـــد ورث امتـــيازاً كان لوالده، احتكاراً لمناجم الفحم في منطقة شمال مدينة نانت[36]. لكن امتيازاته على ما يبدو لم تكبح أبداً أن يكون من أوائـــل رجال الأعمال المبادرين في الفحم في فرنسا، الذين رأوا فائدة ضخمة لاختراع **واط**. ورغم عدم وجود أكاديمية علوم رسمية في مدينة نانت[37]، فإن تفهم **جري** التقني ظهر بشكل واسع في قضيته مع **واط**، وظهـــر خـــلال معـــرفته عن قرب شديد للمحركات وهي تعمل في المـــستنقعات والمناجم حول نانت، وخلال محادثته مع المصنِّع والمهندس الزائر من برمنغهام، **وليم ولكنسون** Wilkinson، وكذلك في اهتماماته الخاصة باستغلال مناجمه للفحم[38]. ومع العقود الأخيرة من القرن الثامن عـــشر كـــان **جري** قادراً أن يشارك في ما كان قد أصبح محادثة دولية ترتكـــز علـــى علوم الميكانيك وعلم توازن الموائع، والتي كانت محفزة بالـــرغبة في الربح ومبررة بمفهوم تحسين الحياة العامة والخير العام. وهو يشبه **جي سي بريبه** الذي وصف نفسه في مذكراته الأخيرة بأنه مدرَّب علمياً، ويمتلك أجهزة كهربائية ومكنات تستخدم ضغط الهواء، ومروِّج لمـــضخات الطـــرد المركزي، وكذلك رجل عمل دائماً للصالح العام. وبالفعـــل كـــان **جي سي بريبه** قد درس علمه، وبدون مفاجأة، من الميكانيكـــي ومقلـــد **دزاچوليـــيه**، **الأب نولّيه** نفسه[39]. كان رجل الأعمال المبادر الصناعي، الذي تشبع بمهارة العلم التطبيقي، قد أصبح شخصية معترفاً بها دولياً؛ ومع الوقت كانت طريقة تفكيره قد أخذت تعتبر على أنها "غربية" بشكل نموذجي.

ولكـــن في ســـنوات الـــ 1780 كانت طريقة تفكير علمية ومقاربـــة للتنمـــية الـــصناعية من نوع مختلف ما زالتا تهيمنان. كان

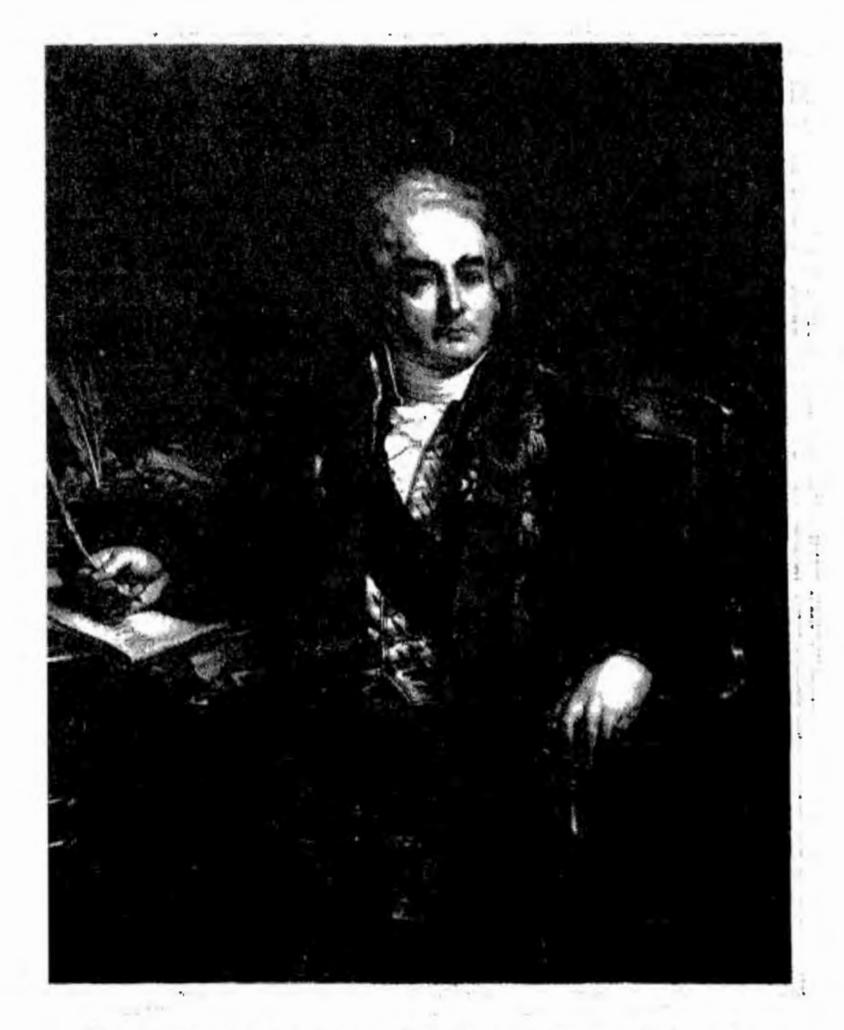
التأجيل الذي عانى منه جري في استيراد محرك واط قد حدث بالرغم مـــن اســـتعداد الأكاديميين أن يوافقوا على مشاريع غريبة لم يروها، وبشكل خاص مشروع لتطبيق "مضخة النار" على مركب نهري[40]. وقـــد فعلـــوا ذلك اعتماداً على رسومات مفصلة. وربما كان ردهم النشيط متصلاً بشكل كبير بسياسات الحكومة في ذلك الوقت، والتي كانـــت تـــسعى أولاً وقـــبل كل شيء لتحسين وسائل النقل. كان أكاديمـــيو ســـنوات الـــ 1780، مثل المهندسين في *كلية الجسور والطرق*، يركزون على سياسات الحكومة المركزية. وكان هذا التوتر بين احتياجات الحكومة واهتمامات قطاعات التصنيع والتعدين يؤدي أحـــياناً إلى تـــسريع التنمية الصناعية، ولكنه، وبنفس السهولة، كان يمكن أن يؤدي إلى إحباط رجل أعمال مبادر، مثل جري، من الذين لم يكـــن لديه نفاذ سهل إلى الروافد الإدارية للسلطة. كانوا يمتلكون المعـــرفة الميكانيكية الضرورية؛ وكانوا قد شكلوا أنفسهم كمهندسين ورجـــال أعمـــال مـــبادرين، أو كانوا قادرين على أن يتحدثوا مع المهندســـين. لم يكـــن هنالك أي شيء "صاف" أو أصلي في المعرفة العلمية التي امتلكوها؛ كان الهدف منها أن تخدم مصالحهم، تماماً كما كانت معارف الأكاديميين تسهل لهم الحصول على الامتياز، وكذلك السياسات الحكومية.

وبالتناقض مع أمثال جري في العالم، كان *الكبار Les grands* في الأكاديمـــيات أو المهندسين الملكيين قد بدأوا بحلول سنوات الـــ 1780 يظهرون اهتماماً بالرأسمالية الصناعية غير قادرين على تفهم سمتي المبادرة في الأعمال والإدارة في الصناعة، لأنهم لم يكونوا يمتلكون سوى القليل مـــن الـــتدريب في أي مـــنهما[41]. وأحياناً كانوا منفّرين من الصناعة ومـــالّين منها. كان مثل هؤلاء من رجال العلم التطبيقي الذي عملوا

علـــى التطبيقات الصناعية للملك، يجدون أنفسهم أيضاً محبطين بالنظام الـــذي كـــان يـــثقل حمل إدارييه، أو الذي كان يعمل تبعاً لأولويات الإداريـــين ومصالحهم الخاصة. وكما أخبر المهندس **برونل** **Brunelle** **واط**: "لم أســـتطع أن أجعـــل مديـــر المالية يستمع إليّ حتى ولا لربع ســـاعة... أنا أعمل للملك ولكنني لا أستطيع أبداً أن أحصل على من يـــستمع لي!"[42] وجـــاءت أحداث عام 1789 وما تلاها لتدمر النظام وتحبط **واط** **وجري** **وبرونل** إلى الأبد.

التأثير الصدمة للثورة الفرنسية على السياسات والممارسات الصناعية

في بداية الثورة السياسية في فرنسا جاءت نخبة وزارية جديدة إلى الـــسلطة؛ وهؤلاء، مثل أسلافهم في *العهد البائد*، أخذوا على أنفسهم عهـــداً بالقـــيام بشيء ما لمحاربة التفوق البريطاني[43]. وفي ذلك الوقت رأى رجـــال لهـــم تجـــربة صناعية وعلمية فرصتهم في التأثير - مثل الكيميائي الذي كان يملك مصنعاً في منبولييه، **جي**. آ. **شپتال** - حتى أن بعـــضهم تـــولى وزارة الداخلية. وقد وضعوا سياسات ومؤسسات تهـــدف بشكل خاص لمعالجة الفجوة التكنولوجية؛ وبالفعل كان يمكن رؤيـــة **شـــپتال** كشخـــصية مفتاح له رؤية مستقبلية في المقاربة الثورية للـــصناعة[44]. ثم، تحت سلطة نابليون، عندما أصبح **شپتال** على رأس وزارة الداخلية، كان المهندس المعمار المخطط الأول للسياسة الصناعية. وكـــان تأثير كل هذه الجهود من 1790 وإلى 1810 هو تغيير السياسة الـــصناعية الفرنسية وإلى الأبد. وبالفعل لو لم تقع الثورة الفرنسية أبداً لـــربما كنا ما نـــزال نتساءل بشكل مشروع، متى وكيف كان يمكن لفرنسا أن تنتقل إلى العصر الصناعي.



جان - أنطوان شپتال يلبس الموضة الإمبراطورية لفرنسا النابليونية
(تقدمة من المكتبة الوطنية في باريس)

كـــان الثوريون موجَهين في نقاشاقم بتفسير فوقي شامل حول كـــيف حدث التأخر المتصوَّر بالتحديد. ومثل ذلك التفسير المعاصر كـــان أكثر من اهتمام عابر للمؤرخين الثقافيين للعلم والتكنولوجيا والصناعة. ونحن سنأخذ **شپتال** كممثل للتفكير الجديد. كان اهتمامه

بالمكنـــنة طويل الأمد، ويعود إلى سنوات الـــ 1770. كانت تربيته العلمـــية نيوتونـــية في الأسلوب، وكانت على المذهب الحيوي(*) في الفلـــسفة، وكلها مبادئ تساعد على تنظيم عمله في الكيمياء. وكان أيـــضاً يعرف عن محركات البخار، وكان له اهتمام مباشر في تطبيق التقنـــيات الميكانيكـــية لتوفير العمالة والكلفة[45]. كان **شپتال** أيضاً مطبقاً كبيراً للمعرفة الكيميائية، وله مصنع كبير كان يصنع حوامض النيتـــريك والكبريتيك التي كانت ضرورية لعمليات صباغة وتبييض الأنسجة[46]. وفي سنوات الـــ 1780 كان أيضاً على علاقة طيبة مع الكيميائي **برتوليه**، وكذلك، من خلاله، كان على اتصال دوري مع **واط** الـــذي زار باريس عام 1787. وعلى الأرجح كان **شپتال** يقرأ المطـــبوعات العلمـــية الإنكليزية، ولكنه من غير الواضح ماذا كانت معـــرفته المباشـــرة، إذا كانت موجودة، حول الممارسات الصناعية الإنكليزية.

وعلى الأرجح، وكنتيجة لتجربته الصناعية، أصبح **شپتال** مقتنعاً بـــأن التعليم الفرنسي والسياسة الصناعية الفرنسية يحتاجان إلى تغييرات جذريـــة. ومبكراً، منذ عام 1790، كان القسم الاقتصادي من النادي الـــوطني في منبوليبه - حيث كان **شپتال** قائداً - يقدم مجاناً محاضرات عامـــة في الرياضـــيات. وفي هذا الوسط الثوري وتركيزه على إصلاح التأخـــر الـــصناعي، قـــام **شپتال** بتطوير براهين معقدة ليفسر النجاح الـــبريطاني. وهو قد حدد المعرفة الميكانيكية والكيميائية وتقسيم العمالة والـــسيطرة المباشـــرة عليها، وعرّف كل ذلك على أنها عناصر البراعة فائقة الأهمية للمبادرة في الأعمال البريطانية في مصانع الإنتاج[47].

(*) المـــذهب الحيوي Vatilism مذهب فلسفي يقول بأن الحياة مستمدة من مبدأ حياتي ولا تعتمد كلياً على الفيزياء والكيمياء. [المترجم]

ومبكراً في مهنته، وقبل صعوده ضمن الدوائر الثورية للحكومة، قــام **شپتال** بوضع أطروحة حول العلم التطبيقي. وبالفعل، عام 1790، في مطبوعته "*مجموعة أسئلة للمواطنين الجيدين Catechism for Good Patriots*" جادل بأن *العالِم* يجد مهمته ومسؤوليته في تنوير وطنه في القــضايا الزراعية والصناعية؛ وهو يغني الصناعة بالاختراعات؛ ومن المــستحيل عــزله عــن المجــتمع. وقد أخذ آخرون بنظرات **شپتال** المــستقبلية. وبحلــول عام 1808 كانت مثل تلك المشاعر تظهر في الــصحف الفرنسية المهتمة بتحسين التصنيع والتعدين والتكنولوجيا. كانوا يقولون بأن النجاح لا يرتكز بشكل حصري على المنافسة بين الأفــراد، بــل بالأحرى على "الاندفاع العدواني في الصناعة ومهارة الهندســة والمــواهب لدى كتلة المصنِّعين". ومعرفة المصنعين الحميمة وطــويلة الأمــد للنظرية والتطبيق تعطيهم السبق. وما كان سيئاً هو الاتجاه إلى فصل "الرجل العالِم عن الرجل العامل"[48]، والعارِف عن الشغال.

كــان الاهتمام بالميكانيك التطبيقي والمعرفة الميكانيكية قد أصبح الــسياسة الصناعية الثورية مبكراً منذ عام 1791، عندما تسلم **أنطوان بلندل** Antoine Blondel تقريراً كثيفاً عن التصنيع الميكانيكي للقطن، وتفــوقه الواضح[49]. وفي عام 1795 اقترحت لجنة السلامة العامة أن يُقــام في بــاريس "مصنعاً للتحسين" حيث يستطيع أي كان أن يأتي ويحصل على أفكار جيدة حول "علم الميكانيك بشكل عام"، وفي نفس الوقت يتعلم "العلاقة بين النظرية والممارسة". بعض أجزاء ذلك المصنع كانت الآلات التي صادرها الجيش الثوري وهو يتحرك شمالاً والتي، تبعاً للتعلــيمات، كانــت ترسل إلى باريس حتى تفحص حالها كحال كل الآلات التي تصادر في الأراضي المنخفضة.

لقد ركّزت المقاربة الفرنسية التي وُضعت بعد عام 1789 على كيف يمكن لأوضاع اجتماعية معينة أن ترعى القدرة على التفكير ميكانيكياً. فهذه الأوضاع، كما كان الادعاء، تولّد مصنِّعين ذوي تدريب علمي من الذين يتابعون الجهد لاكتساب التجربة الشخصية في التطبيق. ويساعد الوزن المتراكم لعدد هؤلاء في توسيع عملية التفكير العقلاني على امتداد المجتمع، إلى كامل طيف النشاط الصناعي، من الآلات إلى العمال أنفسهم[50]. وحتى في صناعة النسيج، حيث كان المبادرون العصاميون ذوو التجربة المحدودة ما زالوا مسيطرين، فإن "المفاهيم ذاتها للعمال" - كما كانت ما زالت ترى في انكلترا فقط في ذلك الوقت - كان يمكنها أن تعطي للمقلدين الفرنسيين من رجال الأعمال المبادرين الثقة لإقامة مصانع[51]. وعندما سُئل شپتال كوزير للداخلية حول إقامة مصنع لإنتاج الأدوات الزراعية المصنوعة من الحديد، أبلغ المسؤول الحكومي أن عليه أن يتمكن من النظرية أولاً ثم يقوم بدمج النظرية مع الممارسة. كان الباقي يعتمد على المؤسسة نفسها وعلى "التقدم الطبيعي" الذي يأتي من متابعة شخص ما (صاحب المؤسسة الصناعية) لمصلحته[52]. ولم يكن ممكناً لـ جايمس واط أو ماثيو بولتن أن يقولا ذلك بشكل أفضل.

لقد وضع وزراء الثورة الفرنسية تركيزاً إيديولوجياً على العوامل المحيطة بعملية التصنيع، على الوسط حيث تجري عمليات التصنيع. كانت مساهمة شپتال المتميزة، ببساطة، هي في توفير المزج بين التفاعل والبيئة المحيطة المشكّلة من عوامل اجتماعية وثقافية وسياسية واقتصادية. كان تحليله يشير إلى التعريفات الجمركية الإنكليزية للحماية، وحجم الاستهلاك الوطني القوي، ونوعية الفحم الأفضل. ومع ذلك فإنه أعطى اهتماماً جدياً للمكون الثقافي. كان شپتال مقتنعاً بأن النجاح الصناعي

البريطاني يحكمه دَيْن كبير للمعرفة الميكانيكية، والذي فكر بأنها كانت قد انتقلت إلى رجال الأعمال المبادرين عبر النظام التعليمي. كان التعليم في فرنسا متخلفاً، كما كان يعتقد، بسبب سيطرة الإكليروس خلال العهد القديم. ومع انطلاق الثورة، تمّ إحداث تحسينات جلبت كتّاباً تنويريين إلى مناهج التعليم؛ لكن كان هنالك حاجة للقيام بالمزيد، خصوصاً لجهة تدريب العمال. كان يُنظر إلى العمال الفرنسيين الشباب على أنهم كان يحضَّرون بشكل سيئ، وبأنهم لم يكونوا يعطون موارد فكرية يستطيعون من خلالها "ممارسة مهنة ميكانيكية"[53]. وكعلاج لذلك أراد أن يقيم نظاماً مفصلاً للمدارس الصناعية، والتي، تبعاً لوصفها، كانت تبدو وكأنها مشابهة بشكل ملحوظ لمؤسسات الميكانيك التي ظهرت في بريطانيا في العقد الثاني من القرن التاسع عشر. وهنالك كانت المدارس تعمل على توسيع المعرفة الميكانيكية والانتظام في العمل، حتى بشكل أعمق بين مجموعة الحرفيين.

وقد أراد **شبتال** نوعاً محدداً من التربية العلمية، وخصوصاً للصبيان. وقد أوصى بأن تنقل إلى الصفوف المدرسية مكنات حقيقية، لأنه نظراً للعلاقة بين الكلمات والأشياء، فإن المكنات، عندما تستوعبها الأعين وتُلمس، تعطي "ميزة... أن تثبِّت أو تشكِّل لغة موحدة للفنون، وهو ما كان ضرورياً أكثر بسبب التنوع بين بلدة وأخرى، ما يجعل صعباً نقل الاكتشافات في الميكانيك"[54]. واحد ممن سبقوا **شبتال** في وزارة الداخلية، **فرنسوا دو نوفشاتو**، كان أيضاً مهتماً في سنوات الـ 1790 بإدخال المكنات إلى نظم تعليم المهندسين الشباب في *كلية الجسور والطرق*[55]. وكما رأينا، عندما نظرنا إلى العقلية التي تكشفت في أطروحات ما قبل 1789 لتخريج المهندسين الملكيين للقرن الثامن عشر، فإن **فرنسوا دو نوفشاتو** قد أحدث تغييراً هاماً.

وبعـــد عقـــود من ذلك، في واحد من أوائل كتب التاريخ التي كتـــبت عن الثورة الصناعية، ادّعى **شپتال** انتصار رؤية الثوريين: "في هـــذه الحقـــبة... كانت دراسة العلم قد أصبحت عامة، والعلاقة بين *العلماء والفنيين* قد أصبحت حميمة لدرجة أن الفنيين وصلوا إلى درجة فائقـــة في إتقانهم لفنهم... فالصناعي يفترض من الفني معرفة واسعة في علم الميكانيك، ومختلف *مفاهيم علم التحليل الحسابـــي* ***notions de calcul***، وحـــذقاً في العمـــل، وتنوراً في مبادئ الفنون"[56]. وما نشره **شـــپتال** عـــام 1819 حـــول الفوائد التي تنتج عن الزواج بين النظرية والممارســـة يمكـــن أن يكون قد كتبه وزراء الثورة الجدد سنوات قبل ذلـــك، أو حـــتى واحـــد مـــن جمعية **لونر** في برمنغهام، أو من جمعية مانشـــستر الأدبية والفلسفية. وبحلول سنة 1810 كان الفرنسيون قد وضعوا العناصر لثقافة علمية جديدة تمجد التطبيق بقدر ما كانت تعظّم رجـــل الأعمال المبادر الذي كان يرى نفسه ميكانيكياً، كمندفع من ذاته عندما كان يتصرف تبعاً لمصالحه الخاصة.

وإذا كانـــت قـــد أُدخلت إلى الحكومة بواسطة الثورة الفرنسية، ولكـــنها طـــبِّقت علـــى نطاق واسع تحت حكم نابليون، فإن النظرة الـــصناعية لـــــ **شپتال** وجماعته كانت أيضاً إمبراطورية. فقد كانت تـــصدَّر إلى كـــل مكـــان كان يقيم فيه الجيش الغازي لنابليون مدراء حكومـــيين فرنسيين، أو حلفاء محليين[57]. وفي الفترة القصيرة التي تولى فـــيها **شپتال** الوزارة، وفترة من خلفوه، خبرت المدارس والجامعات في الـــبلاد المنخفضة إصلاحات تربوية أُدخلت في إطار الحكام الإداريين النابليونـــيين[58]. ولأنهـــم كانوا يعملون في ظروف تميزت بالحرب في الخـــارج وعداء السكان المحليين، الذين وجدوا أنفسهم فجأة قد ضُموا إلى الجمهورية الفرنسية المتوسعة، كان الحكام الإمبراطوريون مع ذلك

قد وضعوا رؤية للإصلاح جلبت معها تغييرات تربوية تهدف إلى إحداث تنمية صناعية بين طبقة جديدة من المواطنين من رجال الأعمال المبادرين.

وفي بلجيكا، سرّعت هذه الإصلاحات الحركة نحو التعليم التقني، الذي كان قد أقيم قبل ذلك ولكن بشكل غير رسمي في مراكز مختلفة للتنمية الصناعية. وفي الأراضي المنخفضة النمساوية كان التعليم، ولفترة طويلة، مجالاً لرجال الدين الكاثوليك الذين - في إصلاحات سنوات 1776، كما رأينا في الفصل السابق - قد نجحوا في إدخال بديلٍ عن أرسطو، ليس النيوتونية بل الديكارتية. كان الإداريون الحكوميون سنة 1798 منحازين بدون شك ضد الكليات والمدارس التي وجدوها، خاصة في المناطق الكاثوليكية، في الأراضي المنخفضة وعلى الضفة اليسارية لنهر الراين. ولكن ليس لدينا أي سبب للشك في لوائح كتبهم. وحتى في ماسترخت، بهذا القرب من لييج وترسبات الفحم في المنطقة، كانت اللوائح تكشف عناوين عديدة في اللاهوت وبعض العناوين في "العلوم والفنون". والمدرسة المركزية École Central التي أنشأها الفرنسيون رفعت العلوم وعينت عالِماً متميزاً بين أساتذتها؛ وهذا الأخير جاهد لسنوات ليحصل على الكتب والأجهزة الضرورية. ومع ذلك كانت السياسة الفرنسية تفضل التربية الفرنسية أولاً. ومما أساء كثيراً للمحليين، كان الجيش الفرنسي، الذي كان يحاصر ماسترخت، تحت أوامر ليرسل إلى فرنسا أية مواد ميكانيكية تبدو متميزة[59]. وقبل سنوات الـ 1790 وتأثيرات صدمة رؤية الثورة الفرنسية، لم يكن العلم النيوتوني، الذي كان موجوداً في الجامعات الهولندية والبلجيكية، قد اخترق إلى النظام المدرسي، رغم أن التأخر في الأراضي النمساوية كان أكثر منه في الجمهورية الهولندية. وبشكل

مماثـــل في الجامعـــات الألمانـــية والمدارس إلى الشرق (ولكن غرب نهر الراين) تمّ التقليل من قيمة اللاهوت من قبل الفرنسيين وبشكل منتظم لــصالح العلوم[60]. واتخذ الفرنسيون سياسات تربوية عريضة تهدف إلى تــربية مواطنين يساهمون في جهود حربهم ويكونون ناجحين اقتصادياً أيضاً. وفي الأعمار بين 14 و16 سنة لم يكن على الطلبة إلا القليل عدا العلم والرياضيات؛ لكن إيجاد المدرسين لمثل هذه التجربة التربوية (والتي كانت قصيرة الأمد) لم يكن بالشيء السهل. وفي لييج، نشأ صراع بين "حـــزب الرياضـــيات الـــصافية" والمطبقين؛ وعلى الأقل خلال فترة الاحتلال الفرنسي ربح الأساتذة الميالون للتطبيق. وفي بروكسل، كان لا بـــد مـــن إعادة تنظيم كلية العلوم بشكل سريع بحيث أن أساتذتها لم يكونـــوا أبـــداً متقنين بشكل جيد أو ماهرين بشكل متميز[61]. وإلى الـــشمال من الحدود الفرنسية ندرت الكتب والأجهزة أكثر مما كانت نادرة في فرنسا. وفي أمستردام وجد المفتشون الفرنسيون المكتبة بحاجة إلى كتب في الفيزياء؛ وهم حتى خانوا اهتماماتهم الأخرى من أجل أن يوفـــروا للمكتـــبة كتباً أكثر باللغة الفرنسية[62]. ولفترة قصيرة، كان لأصـــحاب الرؤية التربوية طريقهم. وفي بلدة مناجم الفحم البلجيكية، مونـــز، كان مهندس نابليوني يعتقد أنه سيكون قادراً على تعليم أولاده في المـــدارس المحلية بأمان، لأن الحكومة كانت قد أدخلت في المدرسة مـــواداً في الفيزياء والكيمياء والرياضيات[63]. وربما كانت الإمبراطورية الفرنسية قد أخضعت الأطراف للمركز، لكن من خلال هذه العملية تمّ أيضاً تصدير رؤية صناعية عبر كل أوروبا الغربية[64].

وكـــل مـــا كان يُقدَّر تربوياً في الخارج، كان يُقام مثيله داخل فرنسا. مثلاً، كان النظام المدرسي الفرنسي للبنات قبل الثورة لا يترك أيـــة شـــعرة إثبات لتدريب رياضيات جدي للبنات؛ ولكن بعد الثورة

هنالك براهين محدودة على أن أساتذة، الفيزياء التجريبية كانوا يدرسون كل طلبتهم - بما في ذلك الطالبات - فوق عمر 14، على الأقل في محافظة واحدة؛ وبدأت كتب الفيزياء المبسطة تظهر موجهة إلى البنات والصبيان[65]. وحدث توسع مماثل في الفرص التربوية للبنات في الشمال، حيث هنالك إثباتات بأن الكتب، بالفرنسية والفلمنكية (أي الهولندية)، كانت تستهدف الطلبة البلجيكيين والهولنديين. وقد حول الهولنديون التركيز من اللاهوت الفيزيائي الذي كان شائعاً في الفترة السابقة إلى التطبيق والميكانيك[66]. وعلى العموم بقي التعليم العلمي الفرنسي بعد عام 1789 نظرياً بشكل ملحوظ، أكثر بكثير مما كان يمكن رؤيته عبر المانش، خصوصاً للمهندسين، لكنه أيضاً أصبح أكثر انتشاراً مما كان عليه قبل الثورة[67].

كانت المنافسة الصناعية، أساساً مع بريطانيا، قد حثت على الإصلاحات التربوية داخل فرنسا وفي الخارج، وكذلك على العداء لرجال الدين وعلى المثالية الثورية لإحداث مواطنين فاضلين من الذين يكونون عقلانيين ليس بتعلم الدين ولكن العلم. وقد كتب مدرسو الفيزياء من المحافظات الفرنسية ليقولوا بأنهم كانوا يحاولون إنشاء "مواطنين متنورين"، "بخصائص جمهورية" وقد تشكوا أيضاً من أن الشرح الشفهي للآلات لم يكن كافياً، ولم يكن لديهم البديل لإجراء التجارب باليد على الأجهزة[68]. وقد بدأوا يدرّسون صبّاغي الملابس الكيمياء الجديدة، وكانوا يعتقدون أن عدداً من العمال "قد بدأوا فعلاً بالتخلي عن أفكارهم القديمة المسبقة ليتبعوا المنهجيات الجديدة". واحد من هؤلاء الأساتذة على الأقل، أصبح مخترعاً لآلات لصناعة النسيج. وعلى امتداد نظام المدارس الجديد، كان أساتذة الميكانيك والفيزياء "يشحذون" الأموال لشراء الأجهزة، ولإحداث فرص لتزويج "النظرية

والتطبيق"[69]. وفي عام 1793، وبعد إطلاقه من السجن حيث كان محبوساً من قبل الجاكوبيين، قاد **شبتال** الطريق وأعطى مقرراً عاماً في الفيزياء والكيمياء في منبولييه[70].

وابتداءً من عام 1798 بدأ تنظيم المعارض العامة في باريس لبث البحوث والحكمة لـ "طبقة من الفنيين... بين *العلماء والمصنعين* *Les savants et les fabricants*... ميكانيكي، كبير العمال بسيط *contre-maitre*، عامل موهوب بروحية المراقب، الذي بالاكتشافات التي تأتي بالصدفة السعيدة يرفع عملية التصنيع دفعة واحدة حتى إلى درجة أعلى من الرفاهية"[71]. وفي عام 1798، في المعرض الأول الذي أقيم في شان-دو-مار Champs-de-Mars، والذي نظمه **فرنسوا دو نوفشاتو** ظهر صانعو الساعات، والحرفيون وبعض النساء الحرفيات في الخزف والجلد وتجليد الكتب وصنع الخزائن وصناعة المعادن، والأجهزة العلمية، وصانعو أدوات تحديد مواقع الكواكب، وكذلك تصنيع القطن بالمكنات[72]. وفي تلك المناسبة، كان الحرفيون ذوو المهارة العالية - الذين كانت سلعهم متميزة برفاهيتها وصقلها بحيث اكتسبت سوقاً من النخبة - قد فصلوا عن *الصنائعيين fabricants*، المصنِّعين للسلع بواسطة المكنات[73].

وبالتدرج، في 1801 و1802، أصبح للمصنِّعين وكذلك للمهندسين وأصحاب المصانع الكبيرة قيمة أكبر، وكذلك للآلات نفسها. وفي معرض عام 1819 ذهبت الجائزة الأولى إلى طالب هندسة فرنسي على محرك البخار الذي صممه؛ وهيمنت الآلات الكبيرة على الحدث.

كان التأثير العام لهذه السياسات والمعارض وإعادة التنظيم والإصلاحات التربوية - والتي تضمنت تصفية وحشية لأكاديميات العلوم القديمة خلال مرحلة الإرهاب - تحويل فرنسا وبشكل حاسم

باتجاه تصنيعي. وربما ساهمت تلك الأمور في تسريع الاتجاه الصناعي الذي كان قد مضى حثيثاً، بحلول عام 1810، في أجزاء بلجيكا التي تتحدث الفرنسية. ولا يمكن فصل التحول الصناعي فكرياً عن صعود المثل الديمقراطية والجمهورية، بغض النظر عن أنها كانت قد أُحبطت قبل ذلك مرات عديدة. كان تطبيق المعرفة الميكانيكية والكيميائية في تصنيع كل شيء، من الأنسجة إلى المحركات، أصبح عقيدة مبنية داخل الإطار الإيديولوجي للتوجه الجمهوري الفرنسي، في الوطن وفي الخارج معاً[74]. وبعد عام 1789 كان الابتعاد عن ممارسات النظام القديم ومعتقداته قد أصبح حقيقياً وحاسماً.

المعرفة المرتَّبة بشكل طبقي والتخلف الصناعي

بعض القصص التي تؤخذ من حقبة ما قبل الثورة تشير إلى استنتاجات حول طبيعة الصناعة الفرنسية والمهندسين في القرن الثامن عشر ومشاكلهما معاً. عندما طُلب من المهندسين العسكريين وأساتذة علم حركة الموائع، الذين أُرسلوا من قبل الحكومة في سنوات الـ 1770، أن يجففوا الميناء في نانت، لأنهم كانوا ماهرين في "نظرية علم الموائع"، وجد هؤلاء أنفسهم موصوفين بأنهم "خبراء"، وتعاملوا على هذا الأساس من قبل التجار المحليين. ومن السجلات التي ما زالت موجودة في نانت ليس هنالك أي أثر يشير أو يوحي بأن المهندسين، الذين أرسلوا إلى الموقع من قبل الحكومة، قد استشاروا رجال الأعمال المبادرين المحليين حول اهتماماتهم بقضايا النقل أو حول احتياجاتهم. ولا طُلِب منهم أن يستشيروا. كان التجار والصناعيون في ذلك الوقت مشغولين بخصامهم مع النظام الملكي حول ماذا كان يُسمح به للسلطات المحلية مقابل ادعاءات مجموعات قوية في الطبقة الاجتماعية

الثالثة المحلية الحاكمة[75]. وفي تلك الدراما، كانت حالة الميناء واحدة من قضايا المعاناة العديدة. وفي خضم المناورات السياسية، لم يكن لدى رجال الأعمال المبادرين سوى اهتمام قليل بالمهندسين إلا من حيث أنهم كانوا يمثلون سلطة الدولة. كان المهندسون ممثلين للملك، وكانت تطبيقات معرفتهم تعني فقط الأشغال العامة. وقبل عام 1789 كان هذا الافتراض ينطبق أكثر، حيث كان هنالك أكثر من 400 مهندس ملكي.

لنأخذ المنطقة حول منبولييه، مسقط رأس شپتال. عندما كان المهندسون يستشيرون الحكام المحليين من خلال هيئات شكلتها ولاية لانچدُك Languedoc – وهي هيئات كان لها مصلحة واضحة في تشجيع التنمية الصناعية المحلية في النسيج والفحم – لم يحدث مرة واحدة قبل سنوات الـ 1780 أن استُشير المهندسون في عمليات التصنيع أو في قضايا صناعية[76]. كان يمكن للمحادثات مع المهندسين – حول مواضيع مثل القنوات والطرق والموانئ، وخصوصاً تمويل مثل هذه المشاريع – أن تكون مكلفة جداً، ولكن ليس هنالك في السجلات التي تفحصناها أن المهندسين الملكيين كانوا يُستدعون لاستشارتهم حول قضايا لها علاقة بالتصنيع. كان رجل الأعمال المبادر في منبولييه (مثل شپتال) متروكاً لذاته وقدراته بشكل عام قبل 1789، رغم أن بعض الدلائل المحدودة تشير إلى تعاون عرضي بين رجال الأعمال المبادرين في الفحم والمهندسين من الكلية الملكية للمناجم الصغيرة في باريس[77]. ومع الثورة، أعيد إحياء كلية المناجم، ووُضع خريجوها في خدمة الدولة لاستغلال مناجم الفحم والحديد، وكانوا أحياناً يخدمون احتياجات متناقضة للصناعة ولاحتياجات الحرب معاً[78].

وبشكل عام، قبل 1789، كان رجال الأعمال المبادرون والمهندسون الفرنسيون يحتلون عوالم مستقلة، ولم يكونوا يمتلكون قاموس مصطلحات

تقنـــية موحدة، وكانت تفاصيل الأشغال العامة تعني المهندسين فقط. وقـــد طغـــا رد الفعـــل الواهن لرجال الأعمال المبادرين على تفاصيل التكنولوجـــيا - مهمـــا كان الجهاز بسيطاً - إلى السطح عندما وصل صـــاقل الحريـــر الإنكليزي **جون بدجيه** John Badger من ليون إلى مدينة نيم. وبناء لطلب الحكومة جلب "سر" *قائمته الإنكليزية* *Calandre Englaise* إلى المديـــنة؛ لكن تجار الحرير المحليين البروتستانت والحكام المحلـــيين الكاثولـــيك كانـــوا منشغلين في الصراعات السياسية المحرّكة بدوافع طائفية. وقد ترك **بدجيه**، ولم يفكر أحد في تقليد عمليته السرية المحروسة بشكل جيد لتقوية لمعان الحرير، وسقط المشروع على جانب الطريق[79]. وقد بقي في ذهن الجمهور **بدجيه** "الخبير"، في حين نُظر إلى معرفته التقنية كشيء منفصل عن العملية السياسية، غير مرتبط بتشكل الـــسلطة، التي كان يتمّ التطلع إليها بشغف شديد أو التي كان متنازعاً علـــيها بين المصنعين والتجار. وقد ذهب معه استخدام الأوزان الثقيلة والمدخلات والماء البارد.

فلنقارن تجربة **بدجيه** بالعديد من الميكانيكيين البريطانيين. كانت الـــشكاوى ضـــد تدخل رجال الأعمال المبادرين من المهندسين، مثل **سميـــتون وواط**، تسمح لنا بالاستنتاج: إن الشيء الذي لم يكن ليفعله المهندســـون، ليتـــركوا وشـــأهم من قبل طبقة الحكام المحليين ورجال الأعمـــال المبادرين، هو أن يكافأوا بلقب "الخبراء"، الذي كان يعطى بسهولة لأندادهم الفرنسيين في الخدمة الملكية على الضفة الأخرى للقناة الإنكليـــزية. فالمهندســـون المدنيون البريطانيون لم يكونوا قادرين على إجـــراء حـــساباهم بدون تدخل تقني من قبل المستفيدين منهم، أو من أربـــاب عملهم من رجال الأعمال. وفي فرنسا، كانت مصلحة الحكام المحليين والتجار، في الاستشارة التي يقدمها الخبراء، هي إلى درجة كبيرة

سياسية وليست فكرية أو تطبيقية. وليس هنالك دليل محسوس (على الأقل من مدن نانت ونيم ومنبولييه) حول التفاعل عن قرب بين التجار والمهندسين أو الحرفيين الماهرين؛ الذي يمكن ملاحظته في الأرشيف البريطاني. وتماماً كما يُظهر تقرير واط إلى الحكام المحليين الاسكتلنديين المهتمين في بناء قناة، فإن الفصل التالي سوف يكشف أيضاً التفاعل الحرج والمهم بين رجال الأعمال المبادرين والمهندسين والحكام المحليين كما كان يحدث في بريطانيا، على الأقل من أواسط القرن الثامن عشر وبعد ذلك. نحن نرى التفاعل في إصلاح ميناء بريستول، في الشهادات التي أعطيت من شركات القناة في البرلمان، وفي نصب محركات البخار في دربيشاير.

وعلى عكس ذلك، كانت الطبقية الاجتماعية وفي هيكلية الحكومة في النظام القديم، وبالتالي في النظام القديم الفرنسي للعلم، تكبح إقامة ثقافة علمية مشتركة يمكن أن يبرز منها مستجدات من النوع الصناعي. وبحلول عام 1800، بعد تدمير الأكاديميات التقليدية، برزت ثقافة علمية جديدة في فرنسا، وعندها مباشرة "سيطرت على النهضة الصناعية الشخصيات الأعلى في السلم العلمي"[80]. وبالمقابل، فقد برزت في بريطانيا المصفوفة الثقافية المتميزة للإيديولوجية التطوعية والعلم النيوتوني التطبيقي، والتي كانت متوفرة للنخبة العلمية ذات الفكر التطبيقي، من خلال الثورة السياسية والفكرية للقرن السابع عشر. لم يكن تصديرها سهلاً. وربما في الإطار الأوروبي، قبل أن تتجذر الثقافة الصناعية أو تصبح مهيمنة، كان ذلك يتطلب حضور رجال جدد ومؤسسات جديدة، رجال مثل شبتال ما بعد 1789، في العالم[81].

إن جلب الثقافة إلى قصة التصنيع الغربية تذهب جزءاً من الطريق فقط نحو الإجابة على السؤال الذي بدأ المؤرخون الآن يطرحونه: لماذا

كـــان من الممكن في بعض المجتمعات إطلاق المواهب حول مشاكل تقنية، في حين في مجتمعات أخرى، كما وضعه **جوال موكير** Joel Mokyr، "كان هذا النوع من الموهبة إما مكبوحاً أو موجهاً إلى نواح أخرى"[(82)]. كـــان امـــتلاك تـــراث ثقافي مشترك – لغة مشتركة تقنية متجهة نحو الاستفادة – والذي كان يتوفر بالتعليم العلمي التطبيقي، الرسمي أو غير الرسمـــي، مدعماً بالطوعية المتوفرة أكثر في المجتمع المدني وفي الجمعيات وفي المؤســـسات الاجتماعـــية وفي النوادي أكثر من توفرها في الأفراد المقتـــنعين إفـــرادياً – أو أكثـــر ممـــا يتوفر في مؤسسات الدولة لنظام أرســـتقراطي متصلب في طبقيته – يمضي بعض الطريق أيضاً نحو تفسير إطـــلاق المـــواهب المتمركزة صناعياً، والذي حدث في بريطانيا القرن الثامن عشر.

وبالفعـــل، عندما يُرى بالمقارنة، كان الدليل الفرنسي يوحي بأن بـــروز الأنماط الديمقراطية نسبياً في التفاعل الاجتماعي، والثقافة العامة الجديدة في القرن الثامن عشر، ربما كان أكثر أهمية، ومن بعيد، مما كان متخيلاً في السابق في إحداث تنمية اقتصادية من نوع صناعي. لم يكن بإمكـــان المهندســـين العسكريين الفرنسيين أن يتطوروا إلى مهندسين مدنـــيين، لأن تفهمهم لدورهم في الدولة ومكانتهم في المجتمع كانت كلـــها عـــوامل تمنع مثل هذا التطور. كانت مرتبتهم ومكانتهم تكبح ظهور الهندسة المدنية من أي نوع يمكن انتشاره بشكل واسع.

بعـــض الدراســـات الخبيرة الحديثة أطالت معالجة عملية إحداث الإطار العام وتوسعه في أوروبا القرن الثامن عشر. وعند النظر في ذلك بشكل مقارن والتفكير به صناعياً، فإن التوسع الأكبر نسبياً للجمعيات وللتعلـــيم العـــام، والحوارات عبر الطبقات، عوامل أعطت كلها الميزة لـــبريطانيا. إن الدلـــيل يوحـــي بأن *النظم البائدة* تستحق المعنى الذي

حصلت عليه بعد وفاة أربابها؛ لقد أصبحت حتمياً قديمة ومتخلفة. وبشكل عام فإنها لا تتصنَّع بسهولة، لأنها غير قادرة على ذلك. فعدم المساواة الواسع والطبقية والامتيازات عندما تفعل فعلها على المستويات الدنيا للتفاعل الصناعي فإنها تكبح انتقال المعرفة التقنية وتطورها. والمعرفة في ذاتها ليست ضمانة للنجاح؛ ومن جهة أخرى، يمكنك أن تمتلك كل الفحم أو كل رأس المال أو العمالة الرخيصة التي قد تحتاجها، كما حصل في فرنسا، ومع ذلك قد لا يكون لديك رجال الأعمال المبادرون والمهندسون الذين يعملون معاً لاستغلال هذه العناصر مع تجديدات تكنولوجية. وبشكل مماثل كان للصناعيين البروسيين في مطلع القرن التاسع عشر معركة مع النخب التقليدية حتى يحققوا مجرد "الرغبة في الصناعة ذاتها"[83]. وإذا كانت الأمثلة المقدمة هنا تؤدي إلى استنتاج تاريخي صحيح - وإذا كانت دروس التاريخ لها معنى - فلنتصور ماذا يكون ممكناً في مجتمع أو آخر، حيث تمتد الديمقراطية وتتوسع وتتعمق ليس بهدف التمكن والربح ببساطة - رغم أن هذه حوافز لا يمكن أبداً إغفالها أو عدم الإقرار بها - ولكن بهدف تحسين وضع الإنسانية في المدى البعيد.

الفصل التاسع

كيف اشتغل العلم في اللحظات الصناعية دراسات حالات من بريطانيا العظمى

في المكان الأول، عندما يوضع قانون الاستملاك، يكون من المستحيل تحديد الكمية. هذا يجب أن يترك لصفات شخصية متنوعة... فكل شخص ليس سوى محرّك في الآلية الكبرى للتداول، و... المخطط العام الذي يبنى عليه توزيع الثروة، هو أيضاً الأكثر صحية وإفادة.

الكاتب مجهول، حوار بين سيد وميكانيكي، *1798*

وفـرت الطبـيعة الممكننة للصناعيين الأوائل ترسانة من المعارف الجديدة، وكذلك استعارات جديدة لإرضاء الذات. وكلها كان يمكن تطبيقها لخدمة مصالحهم الاقتصادية. وصورة الفرد كـ "محرك في الآلية الكبرى لتداول البضائع" جعلت التفاوتات بين الغني والفقير، ببساطة، عـواقب اجتماعـية لـنفس القوانين الميكانيكية التي تعمل في التراتبية الطبيعية عندما تطبق على التراتبية الاجتماعية. إذ بذلك يمكن النظر إلى كامـل عملية التصنيع - عندها واليوم - على أنها تتأتى مع بعضها من عوامل غير ذاتية، وعلى أنها ضروريات تنتج عن تطبيق فائض رأس المال علـى المواد الخام؛ أو عن الظهور، الطوعي أو بالإكراه، للاختراعات التقنـية الجديـدة التي تُستخدم في محاولة للتغلب على هوامش الربح المتدنـية. وعـندما تبدأ هذه التحديدات التكنولوجية بالظهور تصبح

"تـــراكمية" في العـــدد وفي التأثير، وهي حرفياً "مستدامة في ذاتها"؛ أو بـــشكل آخر، يكون التأثير، ببساطة، تفاعلاً أنيقاً بين عوامل متعددة: زيـــادة الطلب في البلد المنشأ على السلع الاستهلاكية؛ رواتب أعلى؛ العـــبء المـــستحيل علـــى رجل الأعمال المبادر في محاولته أن يجعل التجديدات التقنية غير ضرورية عندما يكون توريد العمالة الماهرة غير مـــستقر دائمـــاً[1]. والقصص التاريخية الاقتصادية النمطية تعتمد على القـــوانين الميكانيكـــية في مـــصداقيتها. وفي هذا الفصل، نحن نريد أن نتحول إلى عملية اتخاذ القرار التي كانت تُرى في الماضي على أنها ترتكز بالكامـــل على الاعتبارات الاقتصادية، وأن نراقب الثقافة العلمية وهي تعمل في عملية التصنيع.

والتفسيرات التاريخية التي تبدي تبسيطاً وأسباب آحادية كصفات مميـــزة لهـــا هي ليست فقط خاطئة، ولكنها كثيراً ما تكون مملة، وفي الـــنهاية غـــير ذات أهمية. وبالتالي، فإن التأكيد في هذا الفصل لو قُبِل علـــى أهمية التفكير العلمي في عملية اتخاذ القرار لدى رجال الأعمال المـــبادرين ثم الجـــزم بغلـــبة هـــذه العمليات الفكرية على الاعتبارات الاقتـــصادية أو الظـــروف الماديـــة، سيكون سيراً في الخطأ على نفس الـــدرب ذي التفسير الآحادي، ولكن هنا باستخدام بمجموعة مختلفة من الافتراضـــات التبسيطية حول التغير التاريخي، مثل ما تفعل العديد من روايـــات الـــتاريخ الاقتصادي والاجتماعي التي تؤكد على أن القوى الماديـــة غير الذاتية هي التي كانت الحاسمة، وبأنها بالفعل كانت العوامل الوحـــيدة في عملية التصنيع المبكرة. والرواية المتوازنة، التي تأخذ بحق تعقـــيدات الطبيعة البشرية، وبالتالي تعقيدات تاريخ البشرية، لا بد أن تـــسعى لتُظهـــر أن بعـــض لحظات اتخاذ القرار - عندما يكون القرار بالمـــضي في عملية التصنيع، أو بالمساعدة المباشرة فيها، أو بكبح التنمية

الصناعية - كانت تتشكل من خلال توفر المعرفة العلمية من بين غيرها من الاعتقادات والأحكام الأخرى. وهنا لن نستطيع أن نفعل أكثر من عـــرض بعض الأمثلة الملموسة لتوضيح التعميم بأنه، وإلى درجة فائقة، كانت المعرفة العلمية قد اخترقت تفكير البريطانيين المتعلمين مع نهايات القـــرن الـــثامن عشر وبدايات القرن التاسع عشر. وقد ساهمت هذه الاختـــراقات مباشرة في عملية التصنيع، وفي إحداث العالم الذي نعيش فيه الآن.

تطبيق المعرفة الميكانيكية

توضـــح مجمـــوعة متنوعة من المشاريع - التي طالما كانت تعتبر مركـــزية في عملية التصنيع البريطانية، خاصة بناء القنوات واستخدام طاقـــة البخار - كيف كان يمكن للمعرفة العلمية أن تؤثر على الربح وعلـــى الإنتاجـــية. والادعـــاء هـــنا هو أن تلك العملية طويلة الأمد للاســـتيعاب الثقافي - والتي من خلالها مرّت العلوم في القرنين السابع عشر والثامن عشر - قد أحدثت، بحلول النصف الثاني من القرن الثامن عـــشر، نوعاً جديداً من الشخص الأوروبـــي الغربـــي. كان مثل هذا الـــشخص يمـــتلك سمـــة متميزة: النفاذ إلى السمات الميكانيكية للتعلم العلمـــي الجديـــد، وتفهمها. ومثل هذا الشخص كان يمكن تواجده بـــسهولة أكثر في بريطانيا في طليعة النشاط الصناعي والتجاري، وهو (ونادراً هي) كان يمكن أن يكون سيداً(*) يمتلك أرضاً ويستخدم تلك الأرض بطـــرق تعـــتمد علـــى كثافة رأس المال، وكان مهتماً بعمق بالتحـــسين الزراعي. وهو، بالطبع، كان يمكن أن يوجد في العديد من الـــبلدان الأوروبية الغربية الأخرى في تلك الفترة، رغم أنه قد لا يمتلك

(*) نحن نتحدث عن مرحلة كانت الطبقية الاجتماعية ما زالت سائدة. [المترجم]

دائماً النفاذ، في تلك البلدان، إلى السلطة السياسية الضرورية للتأثير على التغـيـيرات الـتي يرغب بها. ولا بد من الإقرار من أن كون مثل ذلك الشخص كان يستطيع مبكراً أن يأخذ موقعاً بارزاً في بريطانيا – في غرب الـبلد، في دربيشاير، وبالطبع في اسكتلندا، وكذلك في مجلسي البرلمان – كان قطعة هامة في الأحجية حول لماذا تصنعت انكلترا أولاً.

وقـد تفهَّم مثل هذا الشخص الطبيعة ميكانيكياً، وتمنّى استخدام مـثل هذه المعرفة الميكانيكية للربح المالي، وأحياناً أيضاً للتحسين العام للمجتمع. وهو (وأحياناً هي) كان يقارب العقبات الطبيعية، التي تكبح التنقل أو التصنيع أو التعدين، وهذه المعرفة الميكانيكية للطبيعة في مقدمة تفكيره. ومثل هؤلاء الرأسماليين المطلعين لم يكونوا يفكرون بشكل أقل حول كلفة العمالة، أو يتنافسون بشكل أقل قسوة مع غيرهم من رجال الأعمـال المـبادرين، أو يعاملون عمالهم بشكل أكثر أو أقل فظاظة. لكنهم كانوا ينخرطون في النشاط الاقتصادي مسلحين بنوع جديد من المعرفة التي تفرض نفسها.

وقـد فهـم الصناعيون المبكرون كيف تعمل الأشياء في العالم الطبيعـي، كما فهموا بأن المعرفة توفر طاقة مدركةً ذاتياً، وقد ينتج عـنها في بعـض الأحيان تقدم اقتصادي شخصي بأكثر مما يستطيع إنجازه المنافسون الأقل معرفة. وعلى الأقل، كانت هذه المعرفة تترجم إلى ثقـة جديدة بالذات. كان رجل الأعمال المبادر قادراً على تطبيق النموذج الميكانيكي للطبيعة على المجتمع، وبالتالي، كان قادراً على أن يفتـرض أن الربح المرتكز على رواتب العمال الأعلى لدى غيره من رجـال الأعمال، وعلى التلاعب بالسوق كان، ببساطة، من طبيعة الأشـياء، وبـأن هنالك نظاماً يكون موجوداً تحت الفوضى الظاهرة للمصلحة الذاتية وقوى السوق.

وفي كثير من الأحيان، كان السادة المتعلمون علمياً يعتبرون أنفسهم مطلعين علمياً مثل الميكانيكيين المحترفين. وللمهندسين الممارسين، مثل جون سميتون ومن خلفه - وليم جاسوب (الذي دربه)، وبنجامين أوترام Benjamin Outram، وجون رنّي John Rennie اللذين أحدثت قنواتهما وجسورهما ثورة في النقل في بريطانيا - كان الاطلاع العلمي لرجال الأعمال المبادرين يوفر فرصاً هائلة للعمالة والتوظيف وحتى للتعاون في الأعمال. كذلك كان اطلاعهم، أحياناً، مصدراً للكثير من الغضب وتضارب المصالح. كاتباً في سنوات الـ 1760، تشكى **سميتون** من أرباب عمله من رجال الأعمال المبادرين، أي من الأعضاء في شركات القناة الذين دفعوا أجره ليرسم مخططات ثم ليشرح هذه المخططات ويدافع عنها في البرلمان. لقد قال إنهم كانوا يتدخلون في كثير من الأحيان في تنفيذ المخططات. وقد كتب في البداية عن رئيس العمال - الذي يشرف في الموقع على العمال غير المهرة أو على حُفّار القناة، والذي كان يرفع تقاريره إلى المدراء في شركات القناة - ملاحظاً بغضب: "ليس فقط كان مدراء الإدارات الدنيا طموحين لأن يكونوا مهندسين ممارسين"، ولكن "حتى بعض أعضاء الشركة *كان لديهم نزوعاً طبيعياً* لهذا الاتجاه أيضاً؛ وهذا يعني أن *الجميع أصبحوا معلّمين*... كانت الجهات المتدخلة *تفترض أنها مؤهلة* ليكون أفرادها رؤساء مهندسين". وقد جادل بمرارة بأن "هم لا يمكن أن يكون لديهم الخبرة عظيمة الطول مثله في إدارة الأشغال العامة"، وهم لا يمتلكون المستوى من المعرفة النظرية التي يتخيلون أنهم يمتلكونها[2].

وكما كان بديهياً لـ **سميتون** ومعاصريه، فإن البشر لا يولدون ولديهم القدرة على استيعاب الطبيعة رياضياً وميكانيكياً، ولا القدرة على اختراع أشياء ميكانيكية لأي شيء، إلا الأشياء البدائية ببساطتها؛

كان ذلك بغاية البداهة، ومع ذلك، عندما يُنظر إلى ذلك الأمر، بما كان عليه الوضع في أواخر القرن الثامن عشر، فإنه يأخذ معنى تاريخياً مذهلاً. ففي العالم الذي نعيش فيه، مثل هذه النواقص في المعرفة عند الولادة تتم معالجتها بسرعة من خلال الممارسة اليومية للأجهزة الميكانيكية أو لتأثيراتها، وبعد ذلك، بالطبع، من خلال التعليم الرسمي العام في العلوم الأساسية. وكنتيجة لذلك، فإنه في غاية الصعوبة - وبالفعل إنه يتطلب منا قفزة في الخيال التاريخي - أن نتصور الزمن عندما كان الفهم الميكانيكي للطبيعة ما زال جديداً، وبكل الأحوال غير شائع؛ عندما كانت افتراضاته (الفهم الميكانيكي) تخالف تفسيرات استمرت لعقود حول الطبيعة كانت ترتكز على عقائد غير ميكانيكية.

تخيل أنك - في الحالة الفريدة لـ **سميتون** وأرباب عمله - قد تكون عضواً في نخبة صغيرة متمكنة من العلم، واحداً من أولئك الذين حضروا المحاضرات العلمية، أو حتى من الذين قد أخذوا العلم النيوتوني على يد مدرِّسين متقدمين، أو ربما واحداً من الذين أصبحوا شغوفين بالتعلم العلمي لتتأهل، كما حصل لـ **سميتون**، لتصبح زميلاً في الجمعية الملكية. لربما كنت عندها، ولربما أقنعت نفسك، أنك تمتلك حكمة جديدة ذات سلطة. ومثل هؤلاء الرجال المطلعين علمياً، وبعض النساء، ربما كانوا موجودين في كل بلدة ذات حجم معين في أواخر القرن الثامن عشر في بريطانيا. كانوا يترددون إلى الجمعيات الأدبية والفلسفية، ويحضرون المحاضرات العلمية، ويقرأون الكتب العلمية، ويروِّجون لنظم النقل الجديدة، ويلتحقون بالجمعيات الزراعية؛ أو حتى ينصبون محركات بخار في معاملهم، وكثيراً ما يكون ذلك بمخاطر كبيرة برأس المال. وعندما كانوا يفكرون بالعالم الطبيعي، كانوا يرونه قابلاً للقياس، بمجموعة من التفاعلات في الشد والدفع التي تحرر طاقة يمكن

تعظيمها بتطبيقها على الآلة. كانوا يفكرون بالماء والريح والتلال والوديان على أنها أماكن حيث يمكن بناء القنوات أو استخدام محركات البخار، شرط أن يتم قياس الأراضي أولاً، ثم تطبيق المبادئ الصحيحة للعتلات والضغط لتنظيم سيلان الماء أو قوة محرك. كانوا يفكرون بهذه الأشياء التي صنعها الإنسان على أنها جميلة في ذاتها، على أنها مسرة جمالياً مثلما هي مفيدة ومربحة.

وقد ذهب مثل هؤلاء الرجال والنساء ذوو التفكير الميكانيكي إلى البرلمان أيضاً لتمثيل مدنهم وأقضيتهم؛ أولاً وقبل كل شيء كانوا يمثلون مصلحة فئات من الشعب مثلهم. وقد ثبت أن وجودهم في البرلمان كان مهماً لدرجة حاسمة عندما كانت تمر لحظات أساسية في عملية المكننة. وفي عام 1775 أنشأ مجلس العموم لجنة لتفحص ادعاء **واط** بأن محركه كان مختلفاً بشكل كبير عن كل منافسيه. كان ذلك التفحص ضرورياً حتى يكون لبراءة الاختراع التي سيحصل عليها قيمة امتياز حصري، كانت ستسمح له وحده بصنع المحرك، ولكن فقط شرط أن لا تؤثر هذه الحصرية على صنع محركات أخرى منتشرة. وإثبات الفرق، بين التحديد الإبداعي لـ **واط** وغيره من المحركات، كان يعني أنه كان على أعضاء اللجنة أن يكونوا قادرين أن يتحدثوا إلى ميكانيكيين عاديين، وكذلك إلى رجال مثل **ماثيو بولتن** الذي كان يمتلك ثروة مثلهم.

وفي جلسات الاستماع للجنة عن محرك **واط**، استدعى أعضاء البرلمان شخصاً يسمى **جوزيف هريسون** Harrison، وهو حداد بدرجة متدنية في مصنع **بولتن** في سوهو قرب برمنغهام. كانوا يريدون القياسات الدقيقة لأسطوانة، وارتفاع عامود الماء الذي يرفعه المحرك، وقطر المضخة المستعملة. كان الحداد يعرف محركاته؛ وبالفعل، وبعد

عشرين سنة من ذلك، سيكون مؤهلاً ليصبح عضواً في "الفئة" الثالثة للحرفيين الماهرين، التي أنشأتها جمعية المهندسين المدنيين، كما وضع سماتها **بولتن** و**واط** وآخرون عام 1795.

وفي شركة **بولتن** في برمنغهام - الذي كان على وشك الدخول في شراكة عمل مع **واط** - قام **هريسون** و**بولتن** بنصب محرك **واط** للتجربة، ولإثبات أنه "كان بالإمكان القيام بهذا العمل". لقد قاموا باختبار محرك **واط** بالمقارنة مع ما كان **هريسون** يعرف أن المحركات الأخرى كانت قادرة عليه. وكانت النتائج "5 مرات أكثر من العمل بنفس كمية *الفحم*". كان المحرك قد جُهِّز بدولاب دوار، وعندما "يُترك البخار ليدخل إليه... كان الدولاب يزن *الطن* صعوداً". وسيصبح الجهاز الدوار مهماً بشكل حاسم عند تجهيز المحرك في آلات متحركة أخرى، خصوصاً في مصانع القطن الجديدة. وقد شرح الحداد أن كل عمل محرك **واط** كان يتم بالبخار نفسه، كونه بقوة أعظم من ضغط الجو العام". كان أعضاء البرلمان يريدون رقماً محدداً: "ما هي الكمية الإضافية من الماء التي كان يدفعها محرك السيد **واط** إلى نفس الارتفاع، أكثر من المحركات القديمة، إذا كانت بنفس المقاييس؟" وقد أجاب هريسون بنفس الدقة "7 إلى 12. ولم يكن ذلك مرضياً تماماً، كان أعضاء البرلمان يريدون أن يعرفوا "كم رطلاً في البوصة المربعة كان المحرك يعمل؟". وقد أجاب هريسون عيناً، في حين كان **بولتن** يقدم المعلومات المفتاح حول القوة الإضافية التي يمكن توفيرها في الفحم: "¼ الكمية من الفحم في المحرك ستحدث نفس كمية الماء وإلى نفس الارتفاع". وقد أراد أعضاء البرلمان أن يعرفوا كيف بالضبط يمكن تحقيق مثل هذا الوفر، وقام بولتن بشرح تفصيلي كيف أن مكثفاً منفصلاً للبخار كان يعني أنه لم يكن هنالك حاجة لدفع الماء البارد إلى

الأســطوانة، "الفراغ داخل الأسطوانة لا يتضرر"، ويبقى المعدن حاراً تماماً، وبالتالي لا تحدث أية خسارة في الطاقة، كما في باقي المحركات. وإذا كانــت شــركة أعمال ستصرف 1,000 جنيه على محرك **واط** ومثلها على محرك عادي، فإن محرك **واط** سينجز نفس العمل بثلث أو ربع كمية الفحم.

عندها قام أحد نواب البرلمان بالحديث عن "الاختلالات في محرك الــنار العــادي"، والذي كان قد تفحصه بنفسه. وتقدم مهندس مدني آخــر، **روبــرت ميلن** Mylne وتمّ استجوابه أيضاً. وقد عقب على ارتجاج قضيب التوازن ومسنن المضخة في محركات **نيوكومن وسافري**، والفــروقات بينها وبين محرك **واط**، وعن كلفة المحركات العادية، "هذا ليس رأياً ولا تقديراً، ولكن من التجربة خلال هذه السنوات الثلاثة أو الأربعــة". وقــد شــرح **ميلن** كيف أن محرك **واط** سيكلف ضعف المحــركات الأخــرى ويقوم بضعف كمية العمل، وأخيراً بأن "الآلة لا تتشكل فقط من القوة المرفوعة ولكن أيضاً من العمل المنجز". كان لا بد من اعتبار محرك **واط** ككائن ميكانيكي واقتصادي في نفس الوقت[3]. ومن كل الخبراء في الميكانيك الحاضرين تمّ تعلُّم ما يكفي ويُفهم لإقناع أعــضاء البرلمان بأن محرك **واط** كان يستحق الحماية. كان الباقي يعود إلى براعة **بولتن وواط**.

وعندما كان رجال الأعمال المبادرون في النقل والصناعة يقدمون رأس المال للمشاريع، كان رؤساء عمالهم بدورهم يذهبون ويستأجرون عمــالاً غير ماهرين أو نصف ماهرين لحفر الخنادق والأنفاق للقنوات، أو لــتغذية حراقات المحركات بالفحم. كان العنصر البشري في بدايات **الــثورة الــصناعية** الموضوع الأقل خضوعاً للقوانين الميكانيكية، كما كانــت تُشرح بتفصيل من قبل المحاضرين العلميين. وكما تشكّى أحد

المهندسين: "الحجر والخشب والحديد كانت تُشكِّل كلها وتوضع مع بعض بالوسائل الميكانيكية؛ لكن العمل الأعظم كان بضبط الجزء الحيواني من الآلات"، أي العمال[4]. ونحن نعرف من مصادر أخرى أن أولئك الرجال غير الممكننين، والذين كثيراً ما يُقتلون وهم يحفرون أنفاقاً أو يجلبون الفحم من المناجم، كانوا يستشيرون مواقع النجوم بالتنجيم قبل أن يبدأوا عملهم المضني، وأحياناً الخطر[5].

بالنسبة لهؤلاء كانت الحسابات التنجيمية والاعتقادات السحرية مناسبة لشكوك حصولهم على الرزق، بل حتى حياهم. كما كانت مثل تلك التفسيرات قد استخدمت أحياناً لعائلة واط في القرن السابع عشر، فقد كان للتنبوات التنجيمية للعمال معنى أكثر، ربما، من أي شكل من التفسير الطبيعي. وحتماً إذا كان العامل أمياً ولا يستطيع دفع ثمن الكتب العلمية - ومعظم عمال تلك المرحلة لم يكونوا قادرين على ذلك - فإنه لم يكن يمتلك إمكان النفاذ إلى تفسير بديل الذي يقدمه التعليم الميكانيكي الجديد للعلاقة بين الانتظام الطبيعي والأحداث اليومية.

وعندما كان مروجو التحسينات في النقل والصناعة، أو أعضاء البرلمان، يستشيرون مجتمعاهم للحصول على دعمهم أو على دعم مالي لقناة جديدة أو لمحرك، فإنهم، كما هو متوقع، لم يكونوا يستشيرون لا العمال ولا النجوم. كانوا بالأحرى، يتطلعون إلى رجال لديهم بعض رأس المال من الذين كانوا هم أيضاً متعلمين، ومع بعض الحظ مطلعين في القضايا الميكانيكية، حتى يكونوا قادرين على فهم الاستحقاقات، إذا لم يفهموا التفاصيل الهندسية الفعلية للمخططات المقترحة. ومن الممكن التمييز بين مستويات من التعلم العلمي بين تلك الأنواع المتوسطة من الرجال، ومقارنة فهمهم للعالَم مع ذلك الفهم الذي كان يمتلكه المهندسون أو زملاء الجمعية الملكية. ومثل ذلك التفحص الدقيق جداً

للأفـــراد - والـــذي طُرح في بداية عالَم حيث علامات التصنيع، مثل المـــصانع والقـــنوات والمرافئ والجسور ومحركات البخار، كانت قد أصبحت جلية - يجب أن يُكشف تنوع النُظم الطبيعية في التفسير التي كانـــت مـــا زالـــت سائدة في تلك اللحظة. وسيتم هذا التفحص في بريـــستول، المدينة البريطانية الثانية من حيث كبرها بحلول عام 1750، وهو سيوضح الأهمية الآحادية للتفسيرات الميكانيكية للمروجين للتجارة والصناعة.

بريستول: نموذج مبكر لتطبيق العلم الميكانيكي

توفـــر مديـــنة بريستول في غرب انكلترا - المدينة الكبرى لغرب البلاد ومركز التجارة الأطلسية - المختبر التاريخي لتفحص تطبيق العلم الميكانيكـــي[6]. في هـــذه المديـــنة (كان سكانها 60,000 في سنوات الـــ 1760) كانت تتواجد عدة ظروف مسبقة ضرورية للتصنيع. كان غرب البلاد غنياً بتراكمات خامات المعادن وكان التعدين منتشراً، كما كانـــت تنتـــشر أشكال متقدمة من إنتاج الحديد؛ في حين كان فائض رأس المـــال الـــضروري للاستثمار يأتي من تجار بريستول، من التجارة الأطلـــسية، خـــصوصاً في العبـــيد والتبغ والسكر[7]. لكن رغم هذه المؤشـــرات المبكـــرة لمقـــدمات التصنيع، فإن بريستول، وغرب البلاد عمـــوماً، سوف تخسر في النهاية السبق لصالح منافستها الشمالية المدينة المـــرفأ النامـــية، ليفـــربول ومحيطها. وبالفعل فإن رد مجتمع التجار في بريـــستول علـــى ذلك الخطر يوفر لنا فرصة لاكتشاف درجة المعرفة الميكانيكية التي كانت موجودة لدى النخبة التجارية، التجار الطلائعيين الـــذين اســـتثمروا مرات عدة في مخاطر صناعية، والذين كانت لديهم سلطة غير محدودة في الحياة السياسية اليومية وفي حكومة البلد.

العلم الجديد في بريستول

ولبريستول أهمية أكثر لتوضيح كم كانت المعرفة العلمية منتشرة ومتوفرة لاستخدامها، لأنه لم يكن هنالك جمعية علمية في المدينة. وبالفعل فإن واحداً من قادة الفكر العلمي بين سادة المدينة المدينيين، **ريتشارد برايت** Bright، كان عليه أن يستخدم خدمات جمعية مانشستر الأدبية والفلسفية البعيدة عندما كان يناضل لإقناع زملائه ذوي العقلية التجارية بضرورة إنشاء مرفأ عائم باستخدام أفضل الاستشارات الهندسية في ذلك الوقت. وبالتالي فالشواهد على التعلم العلمي المتنوع الموجودة في بريستول وجوارها لا تأتي من مصدر واحد، كما يوجد في مانشستر ودربي أوسپالدنغ، ولكن من مصادر متنوعة، وبنتيجة لذلك فإنها أكثر إثارة.

مثلاً، عندما جاء المحاضر العلمي - المشهور في سنوات الـ 1760 والـ 1770 **جايمس فرجسون** James Ferguson زميل الجمعية الملكية - وأعطى مقرره في علوم الميكانيك وتوازن الموائع وحركتها، في بريستول، تعشى مع واحد من جمهوره، **وليم داير** William Dyer، وهو مدقق حسابات محلي مشهور، وطبيب بدوام جزئي، وطالب في الفلسفة الطبيعية. كان **داير** أيضاً كهربائياً ممارساً، مطلعاً بشكل جيد على آخر التجارب المخبرية، وكان يستخدم الصدمات الكهربائية - كما كان منتشراً في ذلك الوقت - في ممارسته الطبية. وكان يطبق هذه التقنية على طيف واسع من العلل والأمراض، من الروماتيزم إلى النقرس إلى "لومباغو"(*) "Lombago"، حيث كان يبدو الأمر مفيداً، إلى الهزال والطرش حيث كان يبدو أن الصدمات كانت

(*) نوع من المرض الوهمي الذي كان شائعاً. [المترجم]

مفـيدة جداً. ورجل العلم الجديد هذا، زار في نفس الليلة التي تعشّى فـيها مـع **فرجـسون** صديقته الروحانية المقربة التي تسمى **راشيل تكر** Rachael Tucker، وهي عرافة "تمتلك الطريقة الحميمة لعبادة **الخالق**"[9]. كـان **داير** رجلاً متديناً بكثافة وكان يؤمن أيضاً بالعرافات والتملك الشيطاني. وكان قد غرق في دعم التدقيق في الاتهامات بممارسة السحر الـتي كانت توجه إلى امرأة محلية، وهي طرفة استولت على اهتمامات المواطـنين في بريـستول عام 1762. وكان أيضاً يصحِّح الأطروحات العلمـية المطلّعـة لأصدقائه الكهربائيين، في حين كان في نفس الوقت منجذباً إلى عقيدة الكنيسة **الميثودية (المنهاجية)** Methodism(*)، حيث استطاع أن يرى في أحد بيوت الاجتماع آلة كهربائية. ورغم أنه كان مطلعـاً بشكل جيد على ميكانيك **نيوتن** كما درّسه **فرجسون**، لكن **دايـر** لم يكـن يـثق ببعض مظاهر التقاليد النيوتونية، ووصف **وليم وتـسون**، أحد النيوتونيين المبكرين، على أنه على مذهب الربوبية[10]. وباعتـرافه هو، كان **داير** غير مهتم بشكل واسع بقضايا الأعمال، و لم يكن يبدي أي اهتمام بالتنميات الصناعية أو بالعالَم المركنتيلي لمدينته. بالـرغم أن العديـد من تجار المدينة كانوا على مذاهـب، مثل دسنترية الرافـضين أو الميـثودية، كما كان **داير** نفسه. ونحن نرى فيه عملية استيعاب المعرفة العلمية من قبل رجل واقعي، بقي الدين يمثل بالنسبة له اهـتماماً مركـزياً في حياته. ونحن نستطيع مقارنته مع أستاذ مدرسة معاصر في بريستول، **جون وايت** White، الذي كان ورعاً أيضاً كما تـشير إلـيه يومـياته، وكان يعطي طلابه "*سلسلة من التعاريف تبعاً للفلـسفة النيوتونـية*". كان **وايت**، على ما يبدو، لا يمتلك أية ميول

(*) اسـم يطلـق على مجموعة من الكنائس البروتستانية التي نشأت في القرن الثامن عشر على يد جون ديزلي.

صوفية، وكان العلم الجديد واحداً من أهم اهتماماته الفكرية، إذا وثقنا بيومياته. كانت تعاريفه النيوتونية تتبع عن قرب الخطوط العريضة لأي واحد من عدد من المحاضرات التي كانت تُعطى والتي وصفت أعلاه؛ وفي صفوفه المدرسية كان يعرض بتوسع الجاذبية والبكرات والعتلات وقوانين الحركة وعلم توازن الموائع والكهرباء، بهذا الترتيب"[11]. ومع أواسط القرن الثامن عشر كانت مثل تلك الصفوف المدرسية منتشرة ليس فقط في مدرسة القواعد (المدرسة الثانوية) في بريستول، ولكن أيضاً في مختلف المدارس التقنية والرياضية التي كانت تهدف لإعداد الطلبة لمهن عملية.

وبالفعل، بحلول عام 1774، كان الإكليروس المعارضون لعلم **نيوتن** - وكانت بريستول ومحيطها غنية بمجموعة من هذا النوع تسمى **الهتشنسونيون** Hutchinsonians[12] يؤمنون بأن العلم الجديد الذي كانوا ينظرون إليه كتهديد للمسيحية - قد اخترق عقول السادة من أصحاب الأراضي في عمق سومرست[13]. وفي تلك السنة كان بين الكتب المقترحة لأن تشتريها مكتبة بريستول، *رسائل عن الكهرباء* *Letters on Electricity*، لـ **بنجامين فرنكلين**، *والوقائع الفلسفية للجمعية الملكية*، وأعمال **زچرافسند** و**ڤولتير** عن الفلسفة النيوتونية، وأطروحة مادية عن التنوير الفرنسي للكاتب **ألفتيوس** Helvetius عن *الروح* *De l'esprit*. بالإضافة إلى ذلك، تبرع **جايمس فرچسون** بأعمال تقنية إلى مجموعة بريستول[14].

مسألة مرفأ بريستول

وقد يتساءل المرء إذا كان **ريتشارد برايت**، أو أي واحد من زملائه التجار في جمعية *المغامرين التجار*، قد طلب هذه الكتب، أو

كـــان قـــد تعلّم على يد وايت، أو كان قد استمع إلى فرجسون، أو يجـــادل مع جون هتشنسون[15]. وإذا كانوا قد تعلموا على يد مدرّس مدرسة نيوتوني، فقد اكتسبوا ما تعلموه جيداً، وليس قبل الأوان. وفي العقود الأخيرة للقرن كانوا مجبرين أن يجعلوا من معرفتهم العلمية قادرة علـــى أن تحكـــم في مسألة هندسية معقدة تتركز على ميناء بريستول، وهـــي قضية حرجة بالنسبة للحفاظ على رفاهيتهم، وفي النهاية بالنسبة لمستقبل المدينة التجاري وكذلك الصناعي. وكما رأينا فقد كان هنالك تنوع في التفسيرات للمظاهر الطبيعية الموجودة في نفس الوقت بين سكان بريستول – التنجيم، السحر، التدخل الإلهي، المبادئ الكهربائية، النماذج النيوتونية – لكن الأخيرة فقط كان يمكن استخدامها من قبل المهندسين والـــتجار الـــذين كانوا يحاولون أن يجدوا حلولاً للمشاكل التي كانت تجلبها دورات المد الشديد لنهر آفون وتأثيراتها على ميناء بريستول.

وفي أواخر سنوات الـــ 1750 بدأ نمو الحياة التجارية والاستهلاك المـــادي – والـــذي كان يوفر الأموال لتحسين وسائل النقل والتنمية الـــصناعية – يطغى أكثر من طاقة ميناء بريستول وأنهارها. كان عدد المـــراكب الـــساحلية والنهرية المبحرة من وإلى بريستول قد ارتفع من معدل حوالي 900 في السنة في سنوات الـــ 1750 إلى 1,700 في السنة في ســـنوات 1770[16]. لكن موجات المد الاستثنائية – كثيراً ما تكون أعلـــى مـــن 40 قدماً (حوالي 12 متراً) – كانت تعني أنه عندما تقوم الـــسفن في المرفأ بإفراغ حمولتها في موجة مد منخفضة؛ كانت حرفياً تجلـــس على ضفاف من الوحل، مبدية منظراً غريباً وصَفَه ألكسندر بوب Alexander Pope على أنه "شارع طويل، مملوء بالسفن في الوسط مع منازل على الجانبين يبدو مثل حلم"[17]. لكن سرعان ما كان الحلم يصبح كابوســـاً عـــندما كانـــت السفن تميل، متسببة بخسارة البضائع أو إضرار

المــراكب، أو عــندما كــان غياب الماء في موجة مد منخفضة يجعل من الممكــن انتشار حرائق حدية تقفز من الأحواض إلى السفن أو بالعكس. بالإضــافة إلى ذلــك، كان نهر آفون، المنفذ الرئيسي إلى الميناء، غداراً في بعــض الأمــاكن، حــيث كان يجب أن تُشد السفن العريضة عبر النهر بمراكب المجذاف. نظرياً كانت هيئة الشركة، أي حكومة مدينة بريستول، هي المسؤولة عن صيانة النهر والمرفأ وتحسينهما؛ ولكن بالممارسة كان مجلس المدينة قد أوكل مسؤولية ذلك إلى جمعية *المغامرين التجار*.

كانت الجمعية الجسم الأكثر نخبوية، تتألف فقط من أغنى التجار في المدينة ومحيطها، وكان معدل العضوية فيها على امتداد العقد لا يزيد عن خمسين أو ستين رجلاً. وكان من بينهم سادة من ملاك الأراضي، بعضهم يحملون ألقاباً أرستقراطية؛ وفي اجتماع عام 1776 كان خمسة عشر من المجتمعين يحملون لقب بارون أو أعلى[18]. كان عظام التجار والســادة ملاك الأراضي يتزاوجون فيما بينهم ويحافظون على المصالح المــشتركة في بــريطانيا، علــى الأقل من القرن السادس عشر. ونحن نــستطيع أن نختبر في جمعية بريستول - والمحاولة التي قامت بها لمعالجة المــصالح الاقتــصادية، وبالتالي لتحسين نظام النقل في المدينة - المعرفة الميكانيكــية الــتي كانــت موجودة للنخب التجارية وملاك الأراضي الحاكمين الذين كانوا يسيطرون على الحياة السياسية البريطانية في عدد من الأماكن في زمن الثورة الصناعية.

وقــد جــرى اتخاذ القرار من قبل جمعية *المغامرين التجار* بالمضي بمخططات تحسين مرفأ بريستول ببطء شديد، بحيث إنه في الوقت الذي جرت فيه الأشغال فعلياً، في العقد الأول من القرن التاسع عشر، كانت القــيادة التجارية قد انتقلت إلى ليفربول التي كانت تمتلك نظاماً ممتازاً مــن القنوات الجديدة التي تعطي منفذاً للمناطق الوسطى التي كانت في

طــور التــصنيع. ويبدو التفسير لهذا التأخير في النهاية أنه كان بسبب الثــروة الضخمة لأعضاء الجمعية الذين لم يشعروا بأية حاجة اقتصادية للمنافــسة، في تلــك اللحظة، مع منافسيهم البعيدين في الشمال. وفي جمــودهم النــسبــي يمكــن مقارنتهم بالعوائل التجارية العظيمة في ميدلبورغ في زيلند. فهنالك أيضاً، كما رأينا في الفصل السابع، كانت المــسألة أن المرفأ كان بحاجة إلى أشغال جدية. وبالرغم من أن المشكلة هــنالك كانت تراكم الطمي، وليست معقدة تقنياً كما في بريستول، ومع ذلك لم يُفعل ما يكفي بالسرعة الكافية.

وربما كان لدى التجار الحاكمين في بريستول أيضاً خوف من أن التحــسينات في المــرفأ قد تعزز ثروة صغار الصناعيين الذين يعملون خــارج المديــنة. كانوا المنافسين الذين يجب عدم مساعدتهم. وعلى الأقــل، كــان المواطنون في الوسط ينظرون إلى الضرائب التي كانت ســتجبــى لهذه الأعمال على أنها لحظة أخرى حيث عليهم أن يدفعوا من جيوبهم الخاصة من أجل أرباح تتمتع بها النخبة التجارية الحاكمة في بريــستول. وبالفعــل في القــرن الثامن عشر كانت بريستول مدينة مــضطربة اجتماعــياً. كــان العديدون من العمال اليدويين في المدينة والجــوار قــد تحولوا إلى بروليتاريا قبل أن تبدأ عملية التصنيع بعقود، وبشكل واسع في الشمال وفي ميدلندز[20]. كان هنالك اضطرابات في ســنوات الــ 1750 في مناجم الفحم حول بريستول؛ وفي سنوات الــ 1790 أمــر حكــام المدينة الجنود بإطلاق النار على المواطنين المتظاهــرين. وفي هــذه المدينة ذات السمة التجارية العالية كانت فئة صــغيرة جداً فقط تتمتع بفائض رأس المال المتأتي من التجارة الأطلسية المزدهرة، وكانت الفوارق الشديدة بين الغني والفقير تبدو ظاهرة للعيان بشكل خاص.

وفي خضم تلك التوترات الاجتماعية والاقتصادية تصدّت جمعية *المغامرين التجار* لقضايا تحسين نظم النقل. ولكن كيف كان للسادة ذوي الميول التجارية أن يمضوا قدماً في قضايا بتعقيدات تيارات المد، وسدود التحكم والسدود والقنوات الجديدة، وإمكان نصب محركات بخار لبزل المياه ثم لضخ مياه أنظف وأقل ملوحة إلى المدينة، بالإضافة إلى المشكل الإضافي للصرف الصحي إذا كانت المياه التي قد تحبس في المرفأ لصالح السفن قد تصبح راكدة وملوثة بالمياه العادمة من محيط المدينة؟ كان يمكن لأية واحدة من هذه المشاكل أن تكون عادية بما يكفي في مدن أخرى. وبالفعل، في أماكن أخرى في سنوات الـ 1760، كانت القنوات تبنى في الأراضي المسطحة بشكل معقول من قبل المهندسين، مثل جايمس برندلي James Brindley الذي لم يكن يمتلك أية معرفة ميكانيكية متقدمة. لكن إذا أُخذت هذه القضايا بمجموعها (مرفأ بريستول وأنهارها) فقد طرحت واحدة من أصعب المشاكل الهندسية للقرن[21].

ولحسن الحظ فإن الأرشيفات في المدينة توفر إثباتاً فريداً للعدد الفائق من المخططات والخطط التي كانت قد وضعت منذ سنوات الـ 1760، وما بعد ذلك، من المهندسين وغيرهم من الفلاسفة الطبيعيين. وما كان أكثر أهمية، هو أن سجلات بريستول تسمح لنا أن نتابع السادة التجار عندما كانوا يسلكون الدرب عبر تلك النقاشات الميكانيكية شديدة التعقيد والتفصيل؛ وما هو أكثر إثارة، كان كيف كانوا يطرحون آراءهم الخاصة أو حتى تصحيحاتهم لمخططات المهندسين. ومثل معاصريهم من أعضاء البرلمان الذين كانوا قد أجروا مقابلات مع المهندسين بخصوص محرك واط، فهم أيضاً كانوا قد اعتبروا تعليمهم الميكانيكي من البديهيات. ولكن علينا أن لا نفعل ذلك.

كانت الجمعية تمتلك ألفة كافية بالتقنيات الميكانيكية لتسعى إلى خدمات **جون سميتون** أولاً، ثم **وليم جاسوب** بعد ذلك، اللذين كانا، على الأرجح، أفضل المهندسين المدنيين في أيامهما. لكن بالنسبة لهؤلاء التجار لم تنته القضايا التقنية عند هذا. ففي عالمنا عالي الاختصاص اليوم، تعتبر المعرفة العلمية من البداية قد أصبحت ميداناً للعلميين والفنيين من ذوي التدريب العالي؛ ومثل هذا الخبير المختص، عندما يتم اختياره لخبرته، من الصناعة أو الحكومة، يُسمح له أن يمضي لوحده في مهمة تصميم المخططات وتنفيذها، طالما أن هذه الأنشطة تُقدم بتقارير جدية وتُقيّم باستمرار تبعاً للكلفة والجدوى. وفي القرن التاسع عشر، كانت الكلفة حتماً عاملاً هاماً في كل نقاشات الجمعية للمقترحات الهندسية؛ ولكن الاهتمام كان كذلك أيضاً فيما يتعلق بالمخططات نفسها. لقد أصبحت جمعية *المغامرين التجار* الحَكَم في المعرفة الميكانيكية، مع المهندسين والفلاسفة الطبيعيين المتنافسين للحصول على الموافقة على مخططاتهم، والذين كانوا يحضرون أمام اللجان الفرعية في الجمعية المعنية بهذه القضايا الميكانيكية، والتي لم تكن أبداً، تبعاً لما تدل عليه السجلات، تعتمد لغة غير المتخصصين في الجمعية، بالرغم من أن مثل هذه اللغة غير المتخصصة كانت حتماً تُستخدم في التخاطب مع الجمهور العام في محاولة إقناعه بدقة مخطط معين واقتصادياته[22].

وفي عام 1765 قدّم **جون سميتون** إلى الجمعية "مقترحات لوضع السفن في رصيف ميناء بريستول بحيث تكون عائمة دائماً، ولتوسيع هذا الجزء من المرفأ بقناة جديدة عبر **مستنقع كانون** Cannon Marsh". ولنحصل على فهم لهذا المقترح ولدرجة تعقيده، علينا أن نقرأ جزءاً منه مع الجمعية، ولهذا فأنا أنقل من **سميتون**، ببعض التطويل:

أولاً: مـن المقتـرح أن يُحافظ على المياه في جوار الرصيف وفي القناة الجديـدة علـى ارتفـاع ثابت عند مؤشر 15 قدماً (حوالي 5 أمتار) عند العارضـة المؤشّـر عليها، الأدنى في الرصيف قرب نهر آفون، وبتنظيف قدمـين أو ثلاثة أقدام من الوحل هناك ليصبح عمق المياه ما بين 17 و18 قـدماً. ملاحظـة: إن مؤشـر 15 قـدماً هـو حوالي 6 أقدام تحت أعلى الرصيف، أي حوالي 4 أقدام تحت مياه المد الأعلى في الربيع، عند مؤشر 24 و25 ينايـر/كانـون الثاني عام 1765، والذي بالرغم أنه لم يكن المد الأكبر فقد كان مع ذلك من أكبر حالات المد.

كانت تلك البداية فقط؛ إذ تمضي الوثيقة بالقول:

ثانـياً: مـن المقترح حفر القناة الجديدة إلى حيث تكون المسارات المائية (الأخـرى) عميقة لجعل المياه بعمق 18 قدماً، على ذلك المستوى المقترح وفي نفس الوقت جعل ذلك العمق خالياً بعرض 100 قدم على الأقل.

ثالـثاً: إيـصال ذنب القناة الجديدة إلى نهر آفون في قعر *مستنقع كانون*، تماماً فوق *بيت الزجاج*.

رابعاً: بناء مسارين مائيين جديدين منفصلين، واحد أقرب ما يكون مناسباً إلـى نهر آفون عند ذنب القناة. والآخر على بعد 400 قدم أبعد من الأول ضـمن القناة، بحيث يزود المساران بزوجين لكل منهما من البوابات ذات الـزاوية الموجهة، زوج لكل مسار يؤشر إلى اليابسة، والآخر يؤشر نحو البحـر. ويكون عرض الفضاء المحصور بين المسارين حوالي 60 قدماً، ويكـون عرض كل مسار مائي بما يسمح أن يأخذ أعرض سفينة تستخدم المرفأ، والذي على ما أعتقد سيُنجز بإحداث فتحة بعرض 30 قدماً.

خامـساً: يجب وضع حد المسار المائي الأعلى بعمق 18 قدماً تحت سطح الماء الـدائم، أي بمساواة قعر القناة، ولكن بحيث تكون أرضية الفسحة منخفضة مع قعر النهر وموضوعة في المكان الأكثر ضحالة تحت ذنب القناة.

سادسـاً: وبعـد تنفيذ هذه الأشياء... يتم سد فم الفتحة الحالية لنهر فروم، عند مـصبه في نهر آفون، بسد صلب من الأرض اليابسة؛ ولكن يتم تزويد الفتحة بـبوابات سـحب صغيرة، حسب الضرورة، للمساعدة في السحب عبر بوابات المـسارات المائـية، لتفريغ المياه الجديدة في نهر فروم في الفصول الممطرة؛ ولكـن، مـع ذلك، بما يسمح بالاتصال لكل أنواع المركبات من خلف الرصيف على طول جانب القناة الجديدة بين ذلك الموقع والنهر.

سابعاً: يجب رصف كل الأعمال الجديدة بالحجارة.

ثامناً: إقامة بوابات سحب صغيرة على الجسر الجديد، على رأس الرصيف، يمكنها الحفاظ على المياه خلفها، عندما يُسمح للماء في القناة الجديدة بالجريان[23].

وتمضي الوثيقة على هذا النحو؛ والمذكور أعلاه ليس بأية حال المحتوى الكامل للمقترح. وقد كانت تلك المقترحات مرفقة بمخططات مرسومة بحيث تكون مرئيةً كل التغييرات المقترحة، كما كانت ملحقة بتفسيرات حول كيف يعمل النظام بكامله. وكان نجاح المقترح يعتمد على التخمينات الصحيحة لحجم الماء وبالتالي لوزنه، وللقوة والضغط لتيارات المد التي يمكن قبول دخولها، أو الإغلاق للبوابات والسدود لمنعها خارج فضاءات القناة، بما يسمح للمراكب بدخول تلك الفضاءات ومغادرتها بأمان.

وبناء قناة ومسارات مائية محصورة في أراضٍ مسطحة نسبياً لم يكن في ذاته شيئاً غير عادي، وكان هنالك إجراءات معروفة لأزمنة طويلة قبل ذلك للقيام بذلك. ما كان مهماً في تلك المقترحات لميناء بريستول، كان الحجم الكبير للمشكل وتعقيداته: السيطرة على نهرين وتيارات المد، بحيث يمكن الحفاظ على المرفأ مملوءاً بالماء بشكل دائم. كانت الكلفة المقدرة من **سميتون** لتنفيذ المخطط 25,000 جنيه. و"في العديد من الاجتماعات للتجار" كان يُشكر بالإجماع لمقترحه. لكن قضية مرفأ بريستول كانت قد بدأت فقط.

فقد تقدم بعرض آخر ميكانيكي آخر، **وليم تشامبيون** William Champion - الذي كان صناعياً محلياً ناجحاً، جزئياً لأنه كان الشخص الأول في تطوير عملية كيميائية لصنع "الصُفّر" (مركب الزنك والنحاس) - يتضمن مجموعة من المخططات المعقدة للمرفأ. وهو لم يقترح سداً على نهر فروم فقط، ولكن أيضاً سداً على نهر آفون،

وأضـــاف إلى ذلـــك مقتـــرحاً لنصب محرك بخار "لخدمة المدينة بالماء بأرخص كلفة من الماء الذي كانت توفره قنوات الجر ذات الدولاب"[24]. وبقـــيامه بـــذلك أدخـــل موضوعاً سيتسبب بالبلاء لمخططات ميناء بريـــستول لسنوات بعد ذلك، مضيفاً كذلك سؤالاً علمياً آخر، كان ســـيتطلب مساعدة خبير آخر، وكان على الجمعية أيضاً القيام بالحكم عليه. فإذا كانت مياه ميناء بريستول ستنخفض كثيراً، أو أنها ستُحصر وراء تلـــك السدود، فإن النتيجة ستؤدي إلى ركود تلك المياه وتلوثها مـــن المجاري التي كانت تصبّ أوساخها في الماء، وبالتالي قد تؤدي إلى انتـــشار الأوبئة. كان نظام المجاري في بريستول قد أصبح سيئاً في ذلك الـــوقت؛ وكانت تلك المخططات لمرفأ مليء بالمياه، كما كان الجدال قائماً، ستجعله أسوأ.

وفي لجـــوئها إلى طلب مساعدة المهندسين، فتحت الجمعية عليها الأبـــواب لـــسيل من المقترحات المتناقضة من المهندسين والميكانيكيين والفلاســـفة الطبيعـــيين الذين، كما وضعه أحد أصحاب المشاريع، لم "يكتـــبوا تلك المقترحات مع أي أمل بالحصول على المهمة. أنا لستُ مهندساً محترفاً، لكنني كنت لسنوات طويلة مدرِّساً للفلسفة التجريبية، وبهـــذا فـــإن تجـــربتي بعلم توازن الموائع أعطتني الثقة الكاملة في هذه المجـــالات"[25]. كانت الثرثرة المتناقضة للألسن العلمية قد لعبت دورها في أيد أولئك التجار الذين كانوا يعارضون أي تحسين إضافي في المرفأ، والـــذين وجدوا الوضع القائم مريحاً بما يكفي بحيث لا يضطرهم للقيام بـــأي شـــيء. وقـــد جرجرت القضية لعدة سنوات، ثم جاءت الثورة الأميركـــية، والمقاطعـــة الـــتجارية المـــرافقة للثورة التي فُرضت ضد المـــستعمرات، فأدت إلى انهيار اقتصاد بريستول ولتأخير موضوع المرفأ إلى السنوات المتأخرة من سنوات الـــ 1780.

لكن، في ذلك الوقت، كان من بين أعضاء جمعية *المغامرين السحار* رجل من أصحاب العلم الجديد، **ريتشارد برايت**، زميل في الجمعية الملكية، وكان قد درس الكيمياء من صديق **واط**، **بريستلي**، كما درس أيضاً مستجدات الفلسفة الميكانيكية في الأكاديمية المنشقة في وارنغتون[26]. كان **برايت** تاجراً رأسمالياً، وسيداً من أصحاب الأراضي، كان يساوي 70,000 جنيه بثروته الشخصية وممتلكاته العقارية، عام 1797. بكلمات أخرى، كان **برايت** من سادة المدن ومن الفئة المتميزة التي تم انتماؤها إلى حزب **الويج** اقتناعها المبني علمياً بضرورة التقدم والتحسين. وجعل **برايت** من الترويج لمشروع ميناء بريستول قضية نضاله الشخصي، واستعان في هذا النضال بمهارات من الفلاسفة الطبيعيين، وبالعلاقات، وكذلك بنفوذه السياسي.

كان **برايت** يرى بوضوح أكثر من كل معاصريه في الجمعية، التي كان لفترة سكرتيرها، بأن أرباحه ترتكز على تحسين المرفأ، وبأن هذا التحسين كان أساسياً لبريستول لتتنافس بفعالية مع ليفربول[27]. وقد أرسل نسخاً من مقترحات هندسية جديدة إلى أصدقائه في جمعية مانشستر الأدبية والفلسفية للحصول على موافقتهم؛ وبقيامه بذلك أثبت لنا تلاقيه الفكري مع جمعية علمية كانت في طليعة التطبيق الصناعي للعلم[28]. وهو قد سعى أيضاً وراء رأي طبي متفائل كان يمكن أن يناقض رأي خبراء طبيين كانوا قد حكموا على مختلف المخططات للميناء على أنها خطرة لنظام الصرف الصحي في المدينة. وفي نهاية ذلك التقرير الصحي الإيجابي، الذي قدمه دكتور **فلكونر** Falconer، الزميل في الجمعية الملكية، خطّ **برايت** بقلمه توقعاته الشخصية بأن لا شيء سيعرقل إمكانية تحسيناتنا[29].

ومرة أخرى، وكما في سنوات الـ 1760، كانت الجمعية غارقة بسيل من مخططات هندسية متناقضة، لكن في سنوات الـ 1780 كانت هنالك عوامل جديدة واضحة. ولم يكن هنالك فقط مخططات أكثر تعقيداً وأكثر كلفة عند التنفيذ، لكن البراهين الطبية المتناقضة كانت قد أصبحت قضية بيد الجمهور. كان تحول المعرفة العلمية إلى المهنيين قد أصبح جلياً في كل مكان؛ وكما علق أحد زملاء الجمعية الملكية لـ **برايت** "سوف أمتنع عن إعطاء أي جواب للتساؤلات التي أرسلتها لي والمتعلقة بالأعمال في بريستول، حيث أنه لا أحد سوى الأطباء هم الحَكَم المناسب للعديد منها، والمهندسون الذين استشارتهم الجمعية هم الحكام الأفضل لباقي التساؤلات"[30]. ومرة أخرى تمّ اللجوء إلى أفضل المهندسين، لكن الجمعية هذه المرة لم تكن قادرة على تأجيل القرار أكثر من ذلك.

وخلال الجدال الذي تلى ذلك داخل الجمعية، أُعطي سكرتيرها، وكان تاجراً محلياً آخر - **جِرَمْيا أوزبرن** Jeremiah Osborne - التعليمات بالتقصي عن المبادئ النظرية الفعلية التي اعتمد عليها في مخططاته الهندسية خَلَف **سميتون**، الذي انتقاه بنفسه، **وليم جاسوب**. وبديهياً فإن النقاشات داخل الجمعية وصلت إلى فلسفة الطبيعة نفسها التي ترتكز عليها هذه المقترحات المعقدة. كان رد **جاسوب** محاضرة قصيرة عن علم الميكانيك، تماماً ذلك النوع من المعلومات العلمية التي كانت تُنشر طلوعاً ونزولاً في أنحاء البلاد من قبل المحاضرين الرحَّل؛ لكن **جاسوب** اعترف أنه نسي بعض النقاط الدقيقة في علم الميكانيك الجديد.

> **لجعلكم مطلعين تماماً بالمبادئ التي بُنيت عليها الحسابات، والمتعلقة بجريان الماء فوق الشلالات أو عبر الفتحات في السدود يحتاج الأمر إلى الكثير من الوقت وبعض الدراسة؛ وحيث أنني في وقت سابق كنتُ قد اجتهدتُ لتعريف نفسي بهذه المبادئ، وكنتُ قد ارتضيتُ بالنتائج، وقمت، كما يفعل معظم**

لـرجال العلميين، بإفراغ ذاكرتي من بعض أجزاء النظرية واكتفيتُ بالرجوع إلى بعض القواعد العملية التي كان قد تم استنتاجها من النظرية والتي جرى تـصحيحها بالتجـربة والمراقبة. لكنني أستطيع خلال أسابيع قليلة أن أبلغكم بالمـبدأ العـام الذي ارتكزت عليه الحسابات. وقد تبين بالتجربة العملية بأن جـسماً ثقـيلاً عـندما يسقط من حالة ركود سيهبط حوالي الـ 16 قدماً في الثانـية مـن الـوقت، وبأن السرعة التي يكتسبها في نهاية تلك الثانية، إذا اسـتمرينا بـنفس الوتيرة وبدون تسارع، سوف تحمله في وقت مساوٍ عبر كـرة مـن ضـعف الارتفـاع الذي وقعه منه، أو 32 قدماً في الثانية؛ وبأن الأجـسام الساقطة من ارتفاعات مختلفة تكتسب سرعات متناسبة مع الجذر التربيعي لهذه الارتفاعات. وبأن الماء عندما يمر عبر الفتحات يجري بنفس الـسرعة التي كان يمكن لجسم ثقيل أن يكتسبها بسقوطه عبر فضاء يساوي ارتفـاع سـطح المياه فوق المركز الافتراضي للفتحة. وبالتالي، في حين أن ارتفاع 16 قدماً سوف يحدث سرعة 32 قدماً في الثانية، فإن ارتفاع 9 أقدام سـوف يحـدث سرعة من 24 قدماً في الثانية، أي بنسبة 4 الجذر التربيعي لـــ 16 لـــ 3 الجـذر التربيعـي لـ 9. ولكن حيث أن هذه هي السرعة القـصوى الممكنة التي يمكن اكتسابها، فقد تبين بالممارسة أن هنالك بعض التغيـر عـن هـذه القاعـدة، تتناسب مع تغير الظروف مثل: شكل الفتحة، والطـريقة التـي يدخل فيها الماء إلى فم الفتحة، والاحتكاك عندما يمر الماء فـيها، إلـخ... وهلمّ جراً بحيث إنه في بعض الحالات لا يتم الدفق بأكثر من حوالـي ⅔ من الكمية الكاملة، وفي حالات أخرى، قد يراوح الدفق بين هذه الكمـية وكامـل الكمية بدرجات، حيث التجربة فقط والملاحظة الجيدة يمكنها التأكد من الكمية. وبالتالي تبين في دفع الماء فوق الشلالات أن السرعة هي نـوعاً مـا أقـل من تلك التي تحدث من ارتفاع يساوي نصف سماكة طبقة المـاء؛ مـثلاً، إذا كانت طبقة الماء بسماكة 18 بوصة فإن السرعة قد تكون كمـا لو أنها قد نتجت من السقوط من علو من حوالي 8 بوصات، أو حوالي الخمس مما يمكن أن يكتسب من ارتفاع 16 قدماً. وإذا كانت هذه التلميحات تلقـي الضوء على استقصاءاتكم، فإنها تعطي السرور لخادمكم الأكثر طاعة، دبليو. جاسوب[31].

كان يمكن لـ جاسوپ أن ينقل من كتاب مدرسي لـ غاليليو؛ وفي الواقـع كان يتذكر ما كان قد تعلمه من كتاب مدرسي نيوتوني معياري للقرن الثامن عشر.

كـــان لا بد في النهاية للمبادئ الأساسية للفلسفة الميكانيكية، مرفقة بالمـــراقبة والتجربة العملية - كما وصفها **جاسوپ** - وكذلك تحول علم الميكانـــيك وتطبيقاته إلى احتراف ومهنية من قبل المهندسين الممارسين مثل **جاســـوپ**، أن تُقبل كلها من قبل التجار ورجال الأعمال المبادرين على الـــسواء. فـــتلك كانت العناصر التي دخلت في تشكُّل ما يمكننا أن نصفه بعقلانـــية علـــى أنـــه "الثقافة العلمية" التي كان يمتلكها الفكر الصناعي. متـــسلحين بالـــتفهم الميكانيكـــي للطبيعة، ومستعدين أن يعطوا موثوقية للمعرفة الأعلى التي كان يدّعيها الميكانيكيون المحترفون، كان يمكن للتجار ورجـــال الأعمال المبادرين والصناعيين أن يتخذوا القرارات التي شكلت القسم الأساسي في تاريخ الثورة الصناعية المبكرة، وهم قد فعلوا ذلك.

وبحلـــول أعـــوام الـــ 1790 كـــان تجار بريستول يجدون من الـــضروري أن يتفهموا المخططات الهندسية التي كانت تصف ما قيمته تقريباً 200,000 جنيهاً من التغييرات واستملاك الأراضي، والتي كانت في حيـــنها ضـــرورية لتحسين الميناء. كانت رسومات جاسوپ الفنية مرفقة بمواصفات مفصلة:

> **AB - هـــي اسـطوانة من 5 أقدام مفتوحة في قعرها أو قاعدتها التي تقف علـــيها، مظللة من الأعلى، ومخروقة بأربع فتحات عريضة من الجوانب، أو علـــى الدائرة. الأسطوانة C، هي معلقة إلى العارضة التي تتحرك على مركز D، وفـــي الطـــرف الآخـــر لهـــذه العارضة معلق دلو من الحديد الصلب E، يتحـــرك إلـــى أعلـــى وإلـــى أسفل أيضاً. وعندما يرتفع الماء فوق ارتفاعه العـــادي، ســـوف يجري عبر الأنبوب F ويملأ الدلو، متسبباً للدلو بأن يغلب ويـــرفع الأسطوانة C... وأنا يجب أن ألاحظ أنه حيث أن ضغط الماء سوف يـــوازن نفسه على كل جوانب الأسطوانة C، فإن الأسطوانة ستتحرك تحت ضـــغط أي ارتفـــاع ماء إضافي بدون احتكاك يذكر. (أنا أعتقد أن الأسطوانة كانـــت مـــن اختراع العبقري السيد وستغرات Westgrath، وقد طبقت على حجم صغير في محرك لرفع الماء من المناجم، أي في محرك بخار، وهي قد استعملت أيضاً بواسطة السيد سميتون لهدف مشابه)[32].**

ونحن قد يغرينا التخيل أنه مقابل كل هذا الحشو التقني كان على التجار الذين يفضلون تحسين الميناء، يقودهم برايت، أن يستسلموا ببساطة، لأيدي جاسوپ، الأكثر شهرة بين المهندسين المتمكنين الذين كان يمكن إيجادهم، وهو رجل ذو احترام ويستطيع أن يحول الرأي العام وأن يقف بشكل جيد في مواجهة التفحص البرلماني المعاكس. إذ من اللحظة الأولى، كان على البرلمان أن يشرّع معتمداً على المخططات التي قدمت إليه من قبل الجمعية؛ وكان هنالك حاجة لمرسوم، حيثما كانت هنالك أراضٍ خاصة يتم استملاكها أو شراؤها، أو حيث يكون هنالك تهديد للأعمال الاقتصادية بسبب تحويل موارد المياه المحلية، أو حيث كان لا بد من جمع الأموال ببيع أسهم إلى الجمهور. لكن محاضر الجمعية، وكذلك دفاتر ملاحظات برايت الخاصة، تظهر التجار أنفسهم يناقشون المخططات الهندسية بتفاصيل هائلة إلى حدٍّ ما، جالسين على امتداد جلسات معقدة مع المهندسين، يناقشون مستويات ارتفاع المياه في الميناء، أو يقيّمون الاعتراضات البيئية التي ترتكز على اعتبارات الصحة العامة والسيطرة على المجاري، أو يقررون الاستحقاقات التي يعطونها لمحركات البخار في مختلف أحواض الميناء[33]. كان التجار قد أصبحوا الحكام النهائيين للمعرفة العلمية وتطبيقاتها. وكانوا قادرين على لعب هذا الدور لأنهم كانوا قد اطلعوا بما يكفي على الفلسفة الميكانيكية، من خلال القراءة أو المحاضرات أو حتى من خلال التجارب العملية الشخصية التي كان بإمكانهم إجراؤها على ذلك المستوى من التعقيد.

ويمكن توضيح هذه النقطة بشكل أنيق. ففي عام 1792 ذهب جرميا أوزبرن مع حفّار لوحات للطباعة كليشاهات في لندن لطبع المخططات التي رسمها جاسوپ بخط اليد. لكنه نصح هذا الحفّار أن

يمتنع عن حفر كليشيات أحد الأقسام، وكتب ملاحظة اعتراضه، اعتماداً على المراقبة الشخصية المباشرة، على رسومات جاسوپ:

> **واحدة من الملاحظات التي أجريتها على تلك الأقسام والتي أريد توضيحها قبل حفر ذلك القسم من *اللوحة* الكليشيه، هي أن مستوى 15 قدماً على رصيف الميناء يظهر وكأنه أعلى من مؤشر 14 قدماً على مقياس حوض هلهاوس Hillhouse Dock في مقطع نهر الآفون؛ لكنني أعتقد أن قاع ذلك المقياس يجب أن يكون 6 أقدام أعلى مما هو عليه في الرسم[34]... وكما تبين فإن ثقة *أوزبرن* بمعرفته كانت في محلها؛ فهو كان قد كشف خطأ في المخططات الهندسية لـ *وليم جاسوپ*[35]. وقد قبلت الجمعية أيضاً نصيحة واحد من الخبراء الطبيين الذي أراد مسارين مائيين على كل جانب للسد لمنع الفيضان[36].**

بريستول في القرن التاسع عشر

أخيراً، في عام 1804، بدأ العمل في المرفأ العائم؛ لقد ربح قرار التحسين. كانت مشاكل الاستياء الطبقي، التي كانت منتشرة بشكل واسع في تاريخ بريستول، ما زالت مستمرة؛ وكما هو متوقع، أصبحت الشركة التي كُلفت بتنفيذ مخططات **جاسوپ** موضع استياء أيضاً. فهي قد نفّرت العديد من المواطنين المحليين بسبب سرية تصرفاتها وأسلوبها المتسلط. أحد المواطنين المستائين أنذر المدراء: "قد تكون لكم الصدفة بأن تغطسوا في تلك البحيرة الراكدة، التي أدت إلى ولادتها تصوراتُكم المستنيرة ذاتها"[37]. لكنَّ سَبْقَ بريستول الصناعي - الذي كان يرتكز على صهر الحديد في أعمال **أبراهام دربي Abraham Darby**، وعلى صناعاتها المحلية للصفّار والزجاج - كان قد تراجع لصالح منافسيها الشماليين[38]. كان تجارها قد اتخذوا قرارهم بالاعتماد على المعرفة التقنية، لكنهم فعلوا ذلك ببطء شديد. في ذلك الوقت كان الحراك الصناعي يأتي بشكل خاص من برمنغهام، حيث كان تطبيق طاقة البخار

علـــى صـــناعة الزجاج والصفّار، يترافق مع نظام قنوات أفضل، وبالتالي كـــان يمكن صنع السلع الزجاجية و"الدمى" - أي كل الأشياء المعدنية الصغيرة - بكلفة أرخص، وكان يتم نقلها بشكل أكثر فعالية. ومع ذلك لا يمكـــن التخيل بأن نخبة بريستول قد خسرت بالكامل؛ فقد استمرت المدينة كمركز مصرفي وتجاري له أهميته على امتداد القرن التاسع عشر. وبقـــيت كـــذلك إلى يومنا هذا. وبحلول عام 1825 كانت لها جمعيتها الأدبية والفلسفية الخاصة، حيث كانت تُعطى بشكل شائع محاضرات عن الفلـــسفة الطبيعية، مشابهة كثيراً للمحاضرات التي انتشرت قبل ذلك في مـــدن المحافظات الأخرى في القرن الثامن عشر، وكانت تغطي أحدث المعارف العلمية عن الكهرباء والمغنطيس[39].

سياسات التطبيق الميكانيكي

نحن نستطيع أن نرى الآن أن عوامل متعددة كانت تؤثر في عملية اتخاذ القرار الناجح الصناعي والتجاري: المقدرة على تفهم المعرفة التقنية الـــتي كانـــت تعقيداتها تزداد، من خلال التمكن من علم الميكانيكي الأساســـي؛ ووجود رجال أعمال مبادرين مستعدين - وقادرين - أن يدفعـــوا مشروعاً ما عبر البرلمان؛ ووجود أعضاء في البرلمان مطلعين بما يكفـــي لـــيفهموا التفاصـــيل الفنية؛ وتوفر فائض رأس مال كاف من المـــستثمرين الكبار والصغار ليتم استثماره في شركات أسهم؛ وأخيراً، ولـــيس أقلـــه أهمية، توفر العمال لحفر القنوات أو لتذخير الحراقات في الأفران. كانت المعرفة العلمية جزءاً فقط من القصة في بريستول وغيرها من الأماكن، لكنها كانت جزءاً حيوياً.

تاريخياً، شكل التطبيق الصناعي للمعرفة العلمية الاستخدام الأكثر أهمـــية مـــن بين كل الاستخدامات المختلفة للعلم الغربـــي، وهذا قد

جرى أولاً في انكلترا في النصف الثاني من القرن الثامن عشر. وبالطبع كـــان هـــنالك لحظات عديدة في مطلع الثورة الصناعية عندما كانت المعـــرفة العلمـــية، وبـــشكل خاص في مجال النقل، لا تعني الكثير[40]. وبالفعـــل، كانـــت التقنيات البسيطة لبناء القنوات والسيطرة على الماء مـــستخدمة في الـــصين القديمة، وكذلك في فرنسا القرن السابع عشر وهولندا. ولكن بعد ذلك، في أواخر القرن الثامن عشر وفي انكلترا أولاً أصبحت تلك التقنيات منتشرة. وفي النهاية أصبحت ميكانيكياً معقدة بحيث لم يعد ممكناً التعرف فيها على التقنيات الأولى.

كـــان يغذي طاقة الصناعيين الأوائل رؤيتهم السياسية. ومبكراً، من سنوات الـــ 1760، اعتبر الإصلاحيون بناء القنوات على أنه تحقيق للمـــصلحة العامة، على حساب حوافز المصلحة الذاتية والنظرة المحلية[41]. كـــان الطلائعيون في تطوير القنوات - والتي بدونها لم يكن بالإمكان أبـــداً توفير الفحم الضروري للمراكز الصناعية بكميات كافية وبكلفة قلـــيلة - يرون أنفسهم كإصلاحيين، معارضين لاحتكار المصالح. كان أصـــحاب المـــشاريع ومطوروها - سواء كانوا منخرطين في النقل أو الـــصناعة - يستطيعون توظيف اللغة السياسية للمعارضة عندما كانت مصالحهم محبطة. كانوا يستطيعون التكلم على "أهم البلد" عندما كانوا غاضـــبين. وعـــندما كانوا راضين، كانوا يلتقون بشكل عام مع نخبة الأقلـــية الحاكمـــة، الـــ **ويج**، وكانوا يسعون للحصول على دعمها، وعمـــوماً كانوا يحصلون على هذا الدعم. ولا بد من التأكيد على هذه الـــنقطة ونحن نستعرض الاستخدامات التي استُخدم العلم فيها في تلك الحقـــبة؛ وبالتحديد أن التطبيق الناجح كان يتطلب الدعم من الطبقات مالكـــة الأرض الـــتي كانت تسيطر على مجلسي البرلمان. ومن سنوات الـــ 1760 وإلى ســـنوات الـــ 1790 كانت كل الدلائل توحي بأن

الـ **ويج** (وليس منافسيهم الـ **توري**) كانوا هم الذين يلتقون تلقائياً مع المستجدات الصناعية وبناء القنوات[42]. ونحن، مرة أخرى، نجد النخب ذات الفكر العلماني تنشدّ إلى العلم كطريقة لزيادة ثروتها وسلطتها؛ فقط في أواخر القرن الثامن عشر في انكلترا، سمح الاستقرار السياسي ومركزية الدولة لهذا التطبيق بأن يصبح ذا طابع وطني على امتداد البلد، مع ما تأتى عن ذلك من انتشاره الواسع على امتداد الكوكب بسرعة. مرة أخرى نحن علينا أن نتذكر الآثار بعيدة المدى للتنوير.

القنوات

ومع سنوات الـ 1790، نحن نستطيع أن نرى كم أصبحت الثورة في وسائل النقل متطورة ومعقدة، باستعراض شامل لسجلات شركات القنوات في تلك الحقبة. مرة أخرى، توضح تلك السجلات عمق المعرفة الميكانيكية التي كانت موجودة لدى السادة من أصحاب الأرض أو الصناعة أو التجارة. ويمكن مضاعفة مَثَل تجار بريستول مرات عدة عبر البلاد، رغم أن قلة من البلدات أو الأقاليم أو المدن، بالتأكيد، كانت تواجه تعقيدات مشاكل هندسية مثل تلك التي واجهت ميناء بريستول. وفي بعض الأحيان كانت السجلات تُظهر جلياً بأن المعرفة التقنية، التي كان يمكن استخدامها لفائدة كبرى، كانت غائبة ببساطة. وفي كثير من الأحيان كانت النتائج لغياب تلك المعرفة كارثية، حيث كانت تُفقد أرواح وتُهدر أموال على مشاريع قنوات تم تصميمها بشكل سيئ[43].

كان هناك ولع لدرجة الهوس في بناء القنوات قد انتشر في البلاد في العقد الأخير من القرن الثامن عشر، وتشكلت مئات شركات

القنوات. وبالشراكة معها، كان المهندسون، مثل **جاسوب**، يكبرون ليصبحوا رجالاً أغنياء. وفي شمال بريطانيا كان نفس المهندسين الذين يصممون القنوات يستثمرون غالباً في الشركات أو يصبحون صناعيين في حد ذاتهم[44]. وبالفعل كان يتم إدراك الرابط بين التنمية الصناعية وهندسة القنوات بشكل مباشر تقريباً. وفي حالة كان هنالك حاجة لتذكير البرلمان، أو مجموعات المصالح المحلية، بضرورة إنشاء نظم جديدة للنقل، كان الفلاسفة الطبيعيون والـ **ويج** الراديكاليون، مثل **أرسموس داروين**، يقفون حاضرين يحثون عليها ويلحون على أصحاب المشاريع[45].

وفي المرحلة المبكرة، لم يكن كل صناعي يدعم بناء القنوات، أو يأبه ليفهم المبادئ الميكانيكية التي كان المهندسون يستخدمونها في وضع مخططاتهم أو التي كان يستخدمها الميكانيكيون، مثل **جايمس واط وماثيو بلتون**، في تصميم ونصب محركاتهم للبخار. حتى أن بعض الصناعيين المشهورين - مثل **ريتشارد أركرايت** الذي اشتهر جزئياً بسبب قدرته الميكانيكية التي اكتسبها لوحده - كانوا يعارضون التحسينات التي كانت تهدد أرباحهم[46]. وبالطبع، كانت هنالك منافسة من الاحتكارات الأقدم، حيث كانت التحسينات السابقة قد نحدمت لتثبيت ثروات تلك الاحتكارات ومواقعها. ولكن عندما كان ينشأ تلاقٍ واضح بين الربح والتحسين كنا نرى، مرة أخرى، التجار والسادة ملاك الأراضي والصناعيين والمهندسين والفلاسفة الطبيعيين يتحالفون بسبب مصالحهم الخاصة، تحثهم المعرفة الميكانيكية التي كانوا يتشاركون فيها.

كان الرأسماليون من مالكي الأراضي وأصحاب المصانع الذين يستأجرون مهندساً، مثل **فيليب جل Philip Gell**، والمروِّجون لقناة كرمفورد في دربيشاير، الذين استأجروا **وليم جاسوب** عام 1788

وسألوه أن يرسم لهم مخططاً لها، كانوا جميعاً يجهدون للحصول على أفضل المعرفة العلمية التي يمكن شراؤها بالمال. كانوا يعرفون أنه أياً كان الخبير الذي يستأجرونه فإن عليه أن يذهب إلى اللجان البرلمانية، حيث كان يمكن وجود لوردات من الذين كانوا مستعدين "لتعليم أي كان في مجال اختصاصه، كما يعلم القس الدين، ورئيس البرلمان القانون؛ والآن يعلمون جاسوپ كمهندس"[47]. وفي إحدى الحالات أُحضر مجرد "مدرِّس للرياضيات والفلسفة" - لم يكن قد سمع عنه أحد أبداً - إلى لجنة البرلمان ليشهد ضد القناة. وعندما نجح في جعل حساباته قريبة من حسابات جاسوپ، كان المروِّجون للمشروع متفاجئين بالفعل[48]. كانوا قد وصلوا إلى قبول بالتخصص المهني للمعرفة العملية من النوع الميكانيكي بحيث كانوا يعتمدون بالكامل على المهندسين، ومن الأفضل على المشهورين منهم إذا كان بالإمكان إيجادهم. وقد جلس مروجو المشروع طيلة فترة التفحص البرلماني للخبراء، متابعين تفاصيل تخميناتهم لوزن الماء الذي يُفقد عند تحويل مجرى مياه النهر إلى القناة. وفي بعض الحالات، كان أصحاب المشاريع يفهمون عن علم الميكانيك ذي العلاقة أكثر من المحامين الذين كانوا يطرحون الأسئلة[49].

كانت المعرفة ضرورية لمجموعات الضغط في البرلمان إذا كان لا بد من ربح تلك الحالة ضد الذين كانوا يشعرون بأنهم قد يخسرون طاقة المياه لمصانعهم نتيجة تحويل المياه بقناة، والذين كانوا يُجلبون على اعتبارهم خبراء في الميكانيك ليجادلوا ضد مرسوم القناة المقترحة. وفي بعض اللحظات في جلسات الاستماع كان الشهود الأقل معرفة من الجهتين يضرون بوضعية عميلهم. كنا نرى الإجابات المرضية للذات لمروجي القنوات الذين قد يحصل أنهم يمتلكون معرفة ميكانيكية أكبر،

وكانـوا يـستخدمونها بـشكل أكثر فاعلية في مواجهة تلك اللجان البرلمانية. كان المروجون والمهندسون على وجه سواء يدركون ضرورة إجـراء "تجـارب عملية" فعلية حتى يستطيعون أن يقدموا المعلومات الأكثر دقة في البرلمان[50]. وفي تلك الحالات كان يمكن رؤية اللوردات في اللجنة "يأخذون الملاحظات باستمرار، ويقدمون ملاحظات جيدة، ويسألون أسئلة ذات أهمية فعلاً"[51]. لكن غيرهم كانوا يعترضون بأنهم ببـساطة "لا يفهمـون". كانـت المعـرفة الميكانيكـية منتشرة بين الأرستقراطية الإنكليزية ولكنها لم تكن عامة.

وأفـضل دلـيل على عمق المعرفة وتطبيقاتها موجود في سجلات جلسات الاستماع للجان البرلمانية. وهذه الوثائق تسجل لحظات اتخاذ القـرار في المراحل المبكرة للثورة الصناعية والتي تكشف الدور المفتاح الـذي لعبته الحكومة المركزية، خصوصاً لجهة نُظُم النقل لتلك الثورة. فبدون القنوات والمرافئ والطرقات الرئيسية، التي أُقرت بمراسيم برلمانية، لـربما كانت الثورة ولدت ميتة. وكان هنالك العديد من العوامل التي أثرت في تلك القرارات البرلمانية: الضغط السياسي الذي كانت تفرضه المصالح المحلية وسمعة المهندسين والرشوة المباشرة، ولكن ليس أقل تلك العـوامل كانت المعرفة الميكانيكية لأعضاء اللجان وإلمامهم المتنور بقيمة التحسين.

وفي جلـسات اسـتماع عن **قناة كرمفورد**، مثلاً، طرحت اللجنة بـشدة موضوع تأثير ضغط الماء المهدور على أرباح بعض مالكي المصانع والخطـر الناتج عن ذلك على زيادة البطالة في الولاية. كانت قِطَع الوقت تركب على دواليب الماء لتقديم هذا البرهان، في حين كان الشهود الخبراء يُستدعون للشهادة على العلاقة بين ضغط الماء وقوة الدفع على الدواليب، لـتقديم التفسير المطول، كما وضعه أحد الفلاسفة الطبيعيين: "من خلال

مبادئ علم توازن الموائع(*) المعروفة والمتفق عليها من قبل كل المؤلفين"[52]، أو لإعطاء البرهان اعتماداً على أحاديث "مع العديدين ممن هم علميون، وأنا قد قرأت أكثر الكتب عن هذا الموضوع"[53].

وتخبرنا الأسئلة والأجوبة ومجرى النقاش في تلك المناسبات الكثير عن استخدام المعرفة الميكانيكية في تلك الفترة، والأهم في ذلك، عن السهولة التي كانت بها تُستوعب تلك المعرفة وتُستخدم. أحد شهود واحدة من جلسات التقصي، **ريتشارد روك** (ر ر) Richard Roc، وهو "مسّاح أراضٍ ومدرّس رياضيات"، استُجوِب في لجنة بمجلس اللوردات (م ل):

م ل: أنت مسّاح أراضٍ ومدرّس رياضيات؟

ر ر: نعم.

م ل: لنفترض أن مصراعين مغلقين لمياه مصنع أو مطحنة، بطول 4 أقدام لكل منهما، رُفعا 17 بوصة مع ارتفاع ماء 4 أقدام فوقهما. ما هي كمية المياه التي تجري في الدقيقة؟

ر ر: 278 طناً في الدقيقة.

م ل: هذا عندما يكون الماء على ارتفاع 4 أقدام من قعر النهر؟

ر ر: نعم.

م ل: هل تتكلم من الملاحظة التجريبية أو بالحساب؟

ر ر: أنا قد حسبت الكمية من الأبعاد التي أعطاها السيد **سناب** Snape؟

م ل: كيف تؤكد ذلك؟

ر ر: من مبادئ علم حركة الموائع المعروفة.

م ل: إذاً هل تستطيع أن تقول إذا أُعطيت سرعة ما للماء فإن كمية محددة من الماء ستجري؟

(*) ميكانيك الموائع: تخصص فرعي في ميكانيكا المواد المتصلة ويدرس السلوك الفيزيائي لهذه المواد وهي أساساً السوائل والغازات.

ر ر: نعم.

م ل: هل تقوم بالحسابات مع الافتراض بأن الماء لا يُكبح بكون الماء على تماس مع الدولاب؟

ر ر: بالتأكيد.

م ل: إذاً في الواقع إذا افترضنا أن الماء سيكبح، فهل ستكون كمية الماء أقل؟

ر ر: نعم، أقل بكثير.

م ل: هل قمت أبداً بقياس جريان نهر درونت عند جسر كرمفورد؟

ر ر: نعم.

وتستمر الأسئلة، من المبادئ النظرية العامة إلى قناة كرمفورد المقترحة بشكل خاص، وتنتهي، مرة أخرى، بالعودة إلى النظريات:

م ل: ما هي القواعد التي تثبت عليها حساباتك؟

ر ر: من ارتفاع جسم يسقط في ثانية من الوقت، يقال إنه يسقط 16.7 بوصة في الثانية، وعندها يكتسب سرعة تأخذه عبر ضعف المسافة، وعندها أقوم بوضع نسبة ذلك إلى الجذر التربيعي للارتفاع[54].

وعندما وجّه اللوردات اهتمامهم إلى السؤال المربك حول كون مصالح أصحاب المصنع تعتمد على دفع الماء في أرباحهم وبأنهم يخافون من أن القناة قد تخفض ذلك الدفع، قدم المهندسون المؤيدون للمشروع براهين ميكانيكية مفصلة لدحض تلك الاعتراضات[55]. كانت هنالك لحظات حادة في تلك الجدالات، مثلاً، عندما سُئل رئيس عمال في مصنع، كان رزقه قد تأثر سلبياً بالفعل من القناة:

م ل: هل تستطيع زيادة دفع تلك الدواليب أكثر إذا حاولت؟

ويكشف رد رئيس العمال أنه، ببساطة، لا يفهم المبادئ الميكانيكية التي كانت قد طبقت على حساب مورده من الماء.

رئيس العمال: تبعاً لكلامي، أنا لا أعرف، أنا فقط أفهم قوة دفع الدولاب[56].

وبدون شك كان هنالك العديدون من أصحاب المعامل الذين لم يفهموا قوة دفع الدولاب بمعيار ميكانيكي. وبالفعل كانت إحدى الأساطير عن الثورة الصناعية تقول بأن قلة - إذا كان هنالك أحد - من المبكرين في المشاركة فيها المبدعين بالتجربة، كانت تفهم العلم الذي كان قد أصبح منتشراً أكثر على امتداد القرن الثامن عشر. نحن الآن نعرف قلة من أولئك الصناعيين الذين، على ما يبدو، لم يكونوا يمتلكون أية معرفة نظرية، ولكن مع ذلك من الممكن إيجاد دلائل تاريخية تخالف بشكل جذري تلك الأسطورة.

محركات البخار

إذا ذهبنا إلى المناجم الرئيسية في دربيشاير، إلى المركز الصناعي للتنمية الاقتصادية في أواخر القرن الثامن عشر، فإننا سنجد هنالك أيضاً دلائل على المعرفة العلمية المطبقة من قبل أصحاب المناجم الذين لم يكونوا يمتلكون أية تربية علمية رسمية أو أكاديمية نعرف عنها. كانت كيفية اتخاذ قرار الأعمال الاقتصادي لنصب محرك بخار تتطلب البراعة والحذر. ففي عام 1794 فشلت شركة للفولاذ مباشرة بعد نصب المحرك؛ كان القرار "قضية ثقيلة جداً مكلفة جداً"[57]. ومع ذلك كان من البديهي، مبكراً من سنوات الـ 1720 - كما أشار إليه محاضرون علميون مثل **دزاجوليه ومارتن كلار** وغيرهما - أنه كان لمحرك البخار إمكانات كامنة هائلة، خاصة في التعدين، حيث كان يمكن استخدام

الطاقة لسحب الماء من الأنفاق تحت الأرض، والتي كانت دائماً عرضة للطوفان. ومع سنوات الـ 1770، كانت التحديدات الإبداعية في تعدين الفحم، على الأقل في منطقة دربيشاير، تُدخل بواسطة رجال كانت لهم خبرة في التعدين وكانوا يمتلكون أيضاً معرفة جيولوجية، كما كانوا يفهمون محرك **نيوكومن**، وبسرعة بعد ذلك التحسينات التي أدخلها **واط**[58]. وكان هؤلاء تجاراً طليعيين، مثل **بنجامين وايت** Benjamin Wyatt **وجسون باركر** Barker، كانت لديهم معرفة واسعة في صناعاتهم وفي مبادئ الحياة التجارية، ولكن، على الأقل في بعض الحالات، كانت لديهم أيضاً معرفة للسمات التقنية والنظرية للفلسفة الميكانيكية.

وتميل الأدبيات التاريخية حول بدايات الثورة الصناعية إلى وصف استخدام طاقة البخار في الإنتاج كما لو أن تطبيقها كان عملية آلية. كانت فوائد المحرك تدرك مباشرة؛ وإذا كان رأس المال متوفراً فإن مالكي المناجم والمصانع كانوا يلجأون ببساطة إلى المهندسين الذين كانوا ينصبون المحرك الضروري. كان المهندسون يعرفون علم الميكانيك، والمالكون لا يعرفونه، أو هكذا كان الجدل يمضي. كان المالكون يتخذون القرار بالنصب انطلاقاً من الاعتبارات الاقتصادية فقط، سعر الوقود والعمالة وهكذا؛ وعلاقتهم بالآلة وطاقتها كانت عموماً غير مباشرة وغير مفصلة. لكن الكثيرين من هؤلاء المالكين كانوا أذكى مما سمح لهم المؤرخون أن يكونوا. كانوا يعرفون أنه كانت هنالك متغيرات عديدة وبأنه كان هنالك الكثير من المصالح التي كانت تتأثر بحيث أنه كان يتعين عليهم أن يفكروا جيداً بتلك الآلات حتى يفهموا ماذا كان يمكنهم أن يفعلوا بها، وماذا لم يكونوا قادرين عليه. كان مالكو المناجم الطليعيون قد سجلوا قلقهم حول ماذا كان محرك

البخار قادراً أن يفعل: "وكيف كان يمكن الإجابة على ذلك القلق لم يكن أحد يعرف؛ فالكثير كان يتوقف على الصدف"[59].

وحيث نستطيع أن نجد دلائل على عملية الاستشارة حول محرك البخار بين المالكين والمهندسين، فإننا نجد هنالك "الخبراء" يتكلمون إلى أرباب عملهم بتفاصيل تقنية عظيمة كاملة مع الرسوم الميكانيكية[60]. وفي بعض الأحيان، كان التشجيع للمضي في نصب المحرك يأتي من **السير جوزيف بانكس** نفسه. كرئيس للجمعية الملكية، كانت لديه مصلحة في تطبيق علم الميكانيك، وكان العديد من زملاء الجمعية أدوات في نشر هذا التطبيق[61]. وكان قد استثمر في عروق خامات المعادن التي كان يأمل بالحصول على ربح منها. وإلى جانب أخذ النصيحة من **بانكس** أو غيره، كان مالكو المناجم يذهبون إلى الريف لمراقبة محركات البخار وهي تعمل، ثم يقولون للمهندسين ماذا يريدون. كانوا يطلبون تخمينات عن الكلفة، ومرة أخرى، مثل تجار بريستول، كان عليهم الاختيار بين تصميمات مختلفة[62]. كان عليهم أن يتفهموا البيانات التقنية التي تُعطى لهم، ومثل **وليم رايت** - الذي ورث عن **بنجامين وايت** أعمال التعدين الطليعية الناجحة - كانوا يعرفون في النهاية ماذا يريدون:

> **لقد حصلت، عبر السيد سنيد Snyed على تقديركم لكلفة محرك البخار بطاقة ستين حصاناً، لكن قبل اتخاذ أية خطوة أخرى، أكون شاكراً لو قدمت لي التفاصيل الخاصة التالية، بالتحديد: قطر الأسطوانة، بناء وحجم الغلايات، طول العارضة، وزن دولاب الدوران، عدد الضربات بالدقيقة، كمية الماء التي سترفع 240 يردة في كل ضربة، قطر ألواح العمل وكمية الفحم التي ستستهلك كل 24 ساعة. ربما كان بإمكاننا استخدام غطاس لمصلحتنا حيث أن بلرنا على عمق كبير. الرجاء أن تكتب لي بالرد البريدي، لأنني قلق لأقرر حول المحرك بالسرعة الممكنة. هل هنالك محركات ضخ أفضل كثيراً يمكن رؤيتها تعمل في البلاد، وإذا كان كذلك أنا أرغب في رؤيتها، وأنا أعني محركات تقوم بالمهمة بكمية وقود أقل[63].**

العتلات والعوارض والبكرات والأوزان - كل الأشياء التي كان يتم إجراء التجارب العملية بها والتي كانت الفلسفة الميكانيكية توضح بهـا في الكتب والمحاضرات - عندما تضاف إلى دافع الربح، ورخص الوقـود، والـنفاذ إلى وسـائل الـنقل للفحم والمواد وكذلك لسلع الاسـتهلاك، كانت كلها عوامل غيّرت بعمق أدوات الإنتاج، أولاً في بـريطانيا ثم في أوروبا الغربية. وعندما نسأل أنفسنا لماذا حدث ذلك أولاً في بريطانيا، علينا أن نتذكر الثورة الإنكليزية والعلاقة التي تشكلت بقوة بين المستفيدين من التجار وملاك الأراضي من جهة والعلم الجديد مـن جهة أخرى، سواء كإيديولوجيا أو كممارسة مناسبة. وفي أواخر القـرن الـثامن عشر، تطلعت نخب غربية أخرى - يساعدها المثقفون التقدميون في مختلف بلدان القارة - كما رأينا في حالة الثورة الفرنسية، إلى التطبـيق الـصناعي للعلـم الميكانيكـي. لكـن عوامل سياسية - التي ربما كانت أكثر حراجة من توفر الفحم أو فائض رأس المال أو العمالـة - أخرت العملية في فرنسا والبلاد المنخفضة حتى القرن الثامن عـشر. وعندها كان النموذج الصناعي الإنكليزي قد تكون كحقيقة، ولم يكـن فقط أحلام الفلاسفة الطبيعيين. كان هذا التحول، جزئياً، نتـيجة لسلـسلة مـن القرارات المتميزة التي اتخذها رجال الأعمال المـبادرون الـذين تطلعـوا إلى المعرفة العلمية لأن مصلحتهم الذاتية وإيديولوجية التحسين التنويرية كانت تتطلب أن يمتلكوا تلك المعرفة.

ويوضـح الـتطور التاريخي للثقافة العلمية، من **كوبرنيكوس** إلى محرك البخار، بأن الانتشار الأوسع للمعرفة العلمية وفتح التعليم للجميع يؤثـران أكثر في تعزيز القدرة الخلاقة المحلية في قضايا التطبيق والتجديد الإبداعـي مـن استيراد الخبراء الأجانب أو الحفاظ على كوادر نخبوية فقـط. لا بد للغة العلمية أن تُستوعَب بعمليات فكرية تعبّر أيضاً عن

عناصـــر أخرى منتشرة في ثقافة وحضارة المجتمع. وإذا ساد نظام مغلق أرســتقراطي في الأكاديمـــيات، أو إذا سيطر على المدارس والجامعات رجـــال الدين الذين يهتمون بالاستقامة الدينية أكثر مما يهتمون بالتقدم المـــادي، عندها ستهيمن النظريات على التطبيق، أو يتلقى العلم عموماً اهتماماً أقل. وإذا سيطرت طبقة عليا أثْرَت من التجارة على نظم التربية المحلـــية ورعـــت الأكاديميات، كما كانت الحالة في الجمهورية الهولندية، عـــندها لا يعـــود هنالك مكان للمبدعين المجددين ذوي الطموحات الصناعية ليغرسوا قيمهم، أو كما حصل في القرن الثامن عشر ليروجوا لعلـــم الميكانـــيك. وإذا روجت العقائد الدينية للشكوك حول الأفكار الأساســـية في العلم، عندها تكون تنمية هذه الأفكار العلمية عشوائية ومحصورة في أكاديميات مختارة، كما نجد في تورين في إيطاليا. وربما لم يكـــن العلـــم المفتوح والمنتشر في بريطانيا القرن الثامن عشر استثنائياً بـــشكل عـــالٍ لكنه يمكن أن يكون تجديدياً في التطبيق، عندما يطبق بـــشكل واسع على السعي وراء الربح. إن تأطير الطبيعة لا يمكن فصله عن تجارب أخرى. وبهذا المعنى فإن لغة العلم وممارساته تكون متجذرة في التجربة الاجتماعية التي قد تتغير جذرياً بالإبداع.

مراجع

مقدمة

1. See Samuel Y. Edgerton, Jr., *The Heritage of Giotto's Geometry. Art and Science on the Eve of the Scientific Revolution*, Ithaca, N.Y., Cornell University Press, 1991.

2. Here I wish to pay tribute to a text that has stimulated my thinking when it was a dissertation and now as a book, Richard Biernacki, *The Fabrication of Labor. Germany and Britain, 1640–1914*, Berkeley, University of California Press, 1995.

3. Bridget Hill, *Women, Work, and Sexual Politics in Eighteenth-Century England*, New York, Basil Blackwell, 1989, pp. 63–68.

4. For a very helpful discussion of the different meanings of all these terms see Ronald Kline, "Construing 'Technology' as 'Applied Science': Public Rhetoric of Scientists and Engineers in the United States, 1880–1945," *Isis*, 86 (June 1995): 194–204.

5. For how France was being swamped by British textiles by 1789, and for the inferiority of French techniques in iron and steel, see Jean-François de Tolozan, *Mémoire sur le commerce de la France et de ses colonies*, Paris, Moutard, 1789; Bibliothèque Nationale, microfiche V.17731. For memoirs making similar points and for the mixing of cultural and economic arguments see the vast collections of the Archives nationales, Paris, in particular F12 677; F12 661 and examples of the somewhat desperate search for cultural explanations: "Reponse du Sieur Clicquot Blervanche, April 1778," where it is thought that French Protestant refugees are the key to British success; F12 647–48, 1768 memoir by Dubroeuil, where Jews are blamed for trouble in the Lyon textile industry. For the economics of English coal and its superiority, see F12 724, memoir of 28 August 1789.

6. Patrick O'Brien and Roland Quinault, *The Industrial Revolution and British Society*, Cambridge, Cambridge University Press, 1993, pp. 13–14.

7. For an intelligent statement of what the British Industrial Revolution means, see David S. Landes, "The Fable of the Dead Horse; or, The Industrial Revolution Revisited," in Joel Mokyr, ed., *The British Industrial Revolution*, Westview, Conn., Westview Press, 1993, pp. 132–70. A French minister in 1789 estimated that two-thirds of the cost of manufacturing cotton in France was in labor costs; AN, microfiche V.17731, mémoire by Tolozan. By this date France is a net importer of cotton, much of it British.

8. Archives Nationales, Paris, F12 661 "Mémoire du Sieur Holker fils sur les fabriques d'Aumalle, Amiens et Abbeville," no date, but from the 1780s. A fascinating attempt to calculate per capita income: Holker thinks there are 26,673,000 people in France with a per capita income of 115 livres 7s 8d, of which 21 l. comes from industry.

9. Thomas Young, *A Course of Lectures on Natural Philosophy and the Mechanical Arts*, 2 vols, 1807; vol. 1, p. 250.

10. See Timothy Claxton, *Memoir of a Mechanic*, Boston, 1839. I owe this reference to Joyce Appleby.

11. See Margaret Bryan, *Lectures on Natural Philosophy: The Result of Many Years' Practical Experience of the Facts Elucidated*, London, 1806; and James A. Epstein, *Radical Expression. Political Language, Ritual, and Symbol in England, 1790–1850*, New York, Oxford University Press, 1994. The novel is Elizabeth Gaskell's *Mary Barton*, the opening of chap. V, and I owe the reference to Ruth Perry.

12. But by the 1660s experimenters were interested in the application of steam; see Richard L. Hills, *Power from Steam. A History of the Stationary Steam Engine*, Cambridge, Cambridge University Press, 1989, chap. 2.

13. A wonderful description of Birmingham can be found in the diary of Chrétien G. Malesherbes, "Voyage en Angleterre, 1785," Philadelphia, American Philosophical Society, MS B/M 291. Cf. Gordon E. Cherry, *Birmingham. A Study in Geography, History and Planning*, New York, John Wiley & Sons, 1994, chap. 3. For a guide to manufacturing activity in the town see K. J. Smith, ed., *Warwickshire Apprentices and Their Masters 1710–1760*, Oxford, Dugdale Society, 1975.

14. See Richard Margolis, "Matthew Boulton's French Ventures of 1791 and 1792; Tokens for the Monneron Frères of Paris and Isle de France," *British Numismatic Journal*, 58 (1989): 102–9.

15. See Archives nationales, Paris, MS F12 677C, letter of the spy Le Turc (to Tolozan?), 4 Sept. 1786; see also the memoir of 27 Jan. 1786 for the quotation and a detailed description of the division of labor in mining, which included women. In a letter of 4 Feb. 1788 he says that even in three years of work an English worker does not see "un metier assemblé."

16. But no one should forget that A. E. Musson and Eric Robinson taught us to think in new ways in *Science and Technology in the Industrial Revolution*, 1969, second printing with foreword by this author, New York, Gordon and Breach, 1989. The present book, like *The Cultural Meaning*, builds on their work.

17. For an excellent comparison with Chinese culture, see Edgerton, *The Heritage of Giotto's Geometry*, cited earlier. Another valiant attempt at comparison can be found in Toby E. Huff, *The Rise of Early Modern Science. Islam, China, and the West*, Cambridge, Cambridge University Press, 1993; it is not, however, up to date on what historians are now saying about Western science.

18. Betty Jo Teeter Dobbs, "Newton as Final Cause and First Mover," *Isis*, 85 (1994): 633–43. On some questions Professor Dobbs and I differed slightly. How I wish she were still alive to disagree with me.

19. *Letters of Josiah Wedgwood, 1762–1772*, London, 1903, p. 165; see also p.24.

20. For the early use of the term (1799) "Industrial Revolution" see David Landes, "The Fable of the Dead Horse; or, The Industrial Revolution Revisited," in Joel Mokyr, ed., *The British Industrial Revolution*, Westview, Conn., Westview Press, 1993, pp. 133–34.

الفصل الأول

1. Quoted in Jean Dietz Moss, *Novelties in the Heavens. Rhetoric and Science in the Copernican Controversy*, Chicago, University of Chicago Press, 1993, p. 33.

2. Michael Adas, *Machines as the Measure of Men. Science, Technology, and Ideologies of Western Dominance*, Ithaca, N.Y., Cornell University Press, 1989, chaps. 1 and 2.

3. Owen Gingerich, *The Eye of Heaven. Ptolemy, Copernicus, Kepler*, New York, American Institute of Physics, 1993, p. 200.

4. Galileo Galilei, *Two Chief World Systems*, trans. S. Drake, Berkeley, University of California Press, 1967, p. 207.

5. Ibid.

6. See the useful discussion in Fernand Hallyn, *The Poetic Structure of the World. Copernicus and Kepler*, New York, Zone Books, 1990, pp. 152–54.

7. Peter Kriedte, *Peasants, Landlords and Merchant Capitalists*, Leamington Spa, U.K., Berg Publishers, 1983, pp. 57–64; and for printing Elizabeth Eisenstein, *The Printing Press as an Agent of Change*, 2 vols., Cambridge, Cambridge University Press, 1978.

8. Letter of March 1615 from Galileo to Father Dini; reproduced in Richard J. Blackwell, *Galileo, Bellarmine, and the Bible*, South Bend, Ind., University of Notre Dame Press, 1991, p. 209.

9. For these developments see the extremely useful essay by Olaf Pedersen, "Galileo and the Council of Trent: The Galileo Affair Revisited," *Journal of the History of Astronomy*, 14, no. 39 (1983): 3–26. Some of the points made in this chapter were originally in a co-authored essay, "The Social Foundations of Modern Science: Historiographical Problems" by James R. Jacob and Margaret C. Jacob, presented to the American Historical Association, 1981.

10. Galileo Galilei, *Letter to the Grand Duchess Christina*, in Stillman Drake, ed., *Discoveries and Opinions of Galileo*, Garden City, N.Y., Doubleday, 1957, p. 177. Cf. "'By an Orphean Charm': Science and the Two Cultures in Seventeenth Century England," in Phyllis Mack and Margaret C. Jacob, eds., *Politics and Culture in Early Modern Europe*, Cambridge, Cambridge University Press, 1986, pp. 231–32.

11. Drake, ed., *op. cit.*, p. 161.

12. Galileo, in Drake, ed., *Discoveries*, pp. 181–82 and 200 for all the quotations.

13. On the Jesuits see James M. Lattis, *Between Copernicus and Galileo. Christoph Clavius and the Collapse of Ptolemaic Cosmology*, Chicago, University of Chicago Press, 1994.

14. Quoted in Stillman Drake, ed., *Galileo Galilei's Dialogue Concerning the Two Chief World Systems*, Berkeley, University of California Press, 1967, p. xxv.

15. See E. A. Gosselin and L. S. Lerner, "Galileo and the Long Shadow of Bruno," *Archives internationales d'histoire des sciences*, 25 (1975): 222–46. The most famous interpreter of Bruno remains Frances Yates, *Giordorno Bruno and the Hermetic Tradition*,

Chicago, University of Chicago Press, 1964. On practical mathematicians advocating experimentation see J. A. Bennett, "The Mechanics' Philosophy and the Mechanical Philosophy," *History of Science*, 24 (1986): 1–28.

16. Mario Biagioli, *Galileo Courtier. The Practice of Science in the Culture of Absolutism*, Chicago, University of Chicago Press, 1993. His approach is nicely summarized in Mario Biagioli, "Scientific Revolution, Social Bricolage, and Etiquette," in Roy Porter, ed., *The Scientific Revolution in National Context*, Cambridge, Cambridge University Press, 1992. Cf. Olaf Pedersen, "Galileo and the Council of Trent: The Galileo Affair Revisited," *Journal for the History of Astronomy*, 14, no. 39 (1983): 6–24.

17. Here I am endorsing a modified version of the argument that is overstated but nonetheless important in Pietro Redondi, *Galileo Heretic*, Princeton, Princeton University Press, 1987.

18. Vincenzo Ferrone, *The Intellectual Roots of the Italian Enlightenment. Newtonian Science, Religion, and Politics in the Early Eighteenth Century*, Atlantic Highlands, N.J., Humanities Press, 1995, pp. 2–4.

19. Carlo Ginzburg, "High and Low: The Theme of Forbidden Knowledge in the Sixteenth and Seventeenth Centuries," *Past and Present*, no. 73 (November 1976): 28–41; cf. J. R. Jacob, " 'By an Orphean Charm,' " *op. cit.*, p. 240.

20. Now there is a book that develops the argument found in rudimentary form originally in *The Cultural Meaning*; see Julian Martin, *Francis Bacon, the State, and the Reform of Natural Philosophy*, Cambridge, Cambridge University Press, 1992.

21. Francis Bacon, *The Advancement of Learning*, in Arthur Johnston, ed., Oxford, Clarendon Press, 1974, pp. 70–71.

22. For gender identity in Bacon's thought, but with an argument that misses the reforming elements in his vision of a masculinity suitable for a new aristocracy and state, see Carolyn Merchant, *The Death of Nature: Women, Ecology and the Scientific Revolution*, San Francisco, Harper and Row, 1980. On the seventeenth century in general, and with an argument that misinterprets Descartes's understanding of mind and body, see the provocative essay of Susan Bordo, "The Cartesian Masculinization of Thought," *Signs*, 11, no. 3 (1986): 439–56.

23. Bacon, *The Advancement of Learning*, p. 42; see also p. 69.

24. On Bacon and the Apocalypse, see Katharine R. Firth, *The Apocalyptic Tradition in Reformation Britain, 1530–1645*, Oxford, Oxford University Press, 1979, pp. 204–7.

25. See J. R. Jacob, " 'By an Orphean Charm,' " in Mack and Jacob, eds., *op. cit.*, pp. 241–45. And see J. R. Jacob, "The Political Economy of Science in Seventeenth-Century England," in Margaret C. Jacob, ed., *The Politics of Western Science, 1640–1990*, Atlantic Highlands, N.J., Humanities Press, 1994, pp. 19–46.

26. On these points see Paolo Rossi, *Francis Bacon: From Magic to Science*, London, Routledge Kegan & Paul, 1968; and Charles Webster, *From Paracelsus to Newton: Magic and the Making of Modern Science*, Cambridge, Cambridge University Press, 1982.

27. P. M. Rattansi, "The Social Interpretation of Science in the Seventeenth Century," in Peter Mathias, ed., *Science and Society, 1600–1900*, Cambridge, Cambridge University Press, 1972, pp. 12–18.

28. See Rio Howard, "Guy de La Brosse: Botanique et chimie au début de la revolution scientifique," *Revue d'histoire des sciences*, 31 (1978): 325–26.

29. Alice Stroup, *A Company of Scientists. Botany, Patronage, and Community at the Seventeenth-Century Parisian Royal Academy of Sciences*, Berkeley, University of California Press, 1990, pp. 28–29.

30. Th. H. L. Scheurleer and G. H. P. Meyjes, eds., *Leiden University in the Seventeenth Century*, Leiden, Brill, 1975, p. 312; and see E. Kegel-Brinkgreve and A. M. Luygendijk-Elshout, eds., *Boerhaave's Orations*, Leiden, Brill and Leiden University Press, 1983, p. 177. See also *Nieuwen Atlas, Ofte Beschrijvinge van het noytmeer gevonden Eylandt van Bensalem*, trans. J. Williaemson, Dordrecht, 1656.

31. See also Franciscus Bacon, *De Proef-Stucken*, trans. Peter Boener, apothecary of Nijmegen—a translation of Bacon's moral and religious essays and his *Wisdom of the Ancients*. The copy at the University Library, Amsterdam, is from the library of Constantine Huygens. This is a very rare edition.

32. See *Neues Organon aus dem Lateinischen ubersetzt von George W. Bartoldy*, Berlin, 1793. See also Steven Turner, "The Prussian Professoriate and the Research Imperative 1790–1840," in H. N. Jahnke and M. Otte, eds., *Epistemological and Social Problems of the Sciences in the Early Nineteenth Century*, Dordrecht, Reidel, 1981, pp. 116–18.

33. Jack Morrell and Arnold Thackray, *Gentlemen of Science: Early Years of the British Association for the Advancement of Science*, Oxford, Clarendon Press, 1981, pp. 267–73. See also Richard Yeo, "An Idol of the Market-Place: Baconianism in Nineteenth Century Britain," *History of Science*, 23, no. 61 (1985): 251–98.

الفصل الثاني

1. See the account in Stephen Gaukroger, *Descartes. An Intellectual Biography*, Oxford, Clarendon Press, 1995, pp. 317–19; he argues that up until the condemnation of Galileo in 1633 Descartes was not that concerned about skepticism.

2. For a splendid discussion of the roots of seventeenth-century skepticism, see Richard Popkin, *The History of Skepticism from Erasmus to Descartes*, New York, Harper and Row, 1964, chaps. 1–3; p. 46 for the quotation.

3. Gaukroger, *op. cit.*, pp. 32–37.

4. Gaukroger, *op. cit.*, p. 33. The social argument, although not fully developed in this very helpful biography, complements the argument originally developed in *The Cultural Meaning*.

5. On Vanini, see Francesco P. Raimondi, ed., *Scuola e Cultura nella realtà del Salento. Annuario del Liceo Scientifico "G.C. Vanini" di Casarano*, n.p., Carra Editrice, 1994/95, pp. 9–62.

6. For a summary of the French reception (not particularly good on the Dutch side), see Nicholas Jolley, "The Reception of Descartes' Philosophy," in John Cottingham, ed., *The Cambridge Companion to Descartes*, Cambridge, Cambridge University Press, 1992, pp. 393–423. The volume is good for recent bibliography on Descartes.

7. T. de Renaudot, ed., *Recueil général des questions traitées et conférences de Bureau d'addresse*, 5 vols., Paris, 1658–66. For background see Geoffrey Vincent Sutton, "A Science for a Polite Society: Cartesian Natural Philosophy in Paris During the Reigns of Louis XIII and Louis XIV," Ph.D. dissertation, Princeton University, 1982.

8. Klaas van Berkel, *Isaac Beeckman (1588–1637) en de Mechanisering van het Wereldbeeld*, Amsterdam, Rodopi, 1983, p. 215. I am indebted to this work for my summary of Beeckman's career.

9. See Thomas A. McGahagan, "Cartesianism in the Netherlands, 1639–76," Ph.D. dissertation, University of Pennsylvania, 1976. On the English side of the story, see Alan

Gabbey, "Philosophia Cartesiana Triumphata: Henry More (1646–71)," in Thomas M. Lennon, et al., eds., *Problems of Cartesianism*, Kingston, Ontario, McGill-Queen's University Press, 1982, pp. 244–50. On the disputes among Dutch Calvinists, see J. van den Berg, "The Synod of Dort in the Balance," *Nederlands archief voor kerkgeschiedenis*, 69 (1989): 176–94.

10. Gaukroger, *op. cit.*, p. 322.

11. For an excellent study that is yet to be surpassed, see A. J. Krailsheimer, *Studies in Self-Interest: Descartes to La Bruyère*, Oxford, Clarendon Press, 1962, p. 32.

12. See Daniel Garber, *Descartes' Metaphysical Physics*, Chicago, University of Chicago Press, 1992, pp. 79–82; and on Descartes's critique of atomism see chap. 5.

13. See Bruce Stansfield Eastwood, "Descartes on Refraction: Scientific Versus Rhetorical Method," *Isis*, 75 (1984): 481–502.

14. As quoted in Eastwood, p. 486.

15. A. D. Lublinskaya, *French Absolutism: The Crucial Phase, 1620–29*, Cambridge, Cambridge University Press, 1968, p. 33. Cf. Orest Ranum, *Artisans of Glory: Writers and Historical Thought in Seventeenth Century France*, Chapel Hill, University of North Carolina Press, 1980, p. 119, on Descartes as a scathing critic of *ars historica*, the genre of historical writing that gloried in the heroic rather than in the rational vindication of royal authority. For an excellent discussion of recent scholarship on absolutism, see William Beik, *Absolutism and Society in Seventeenth-Century France*, Cambridge, Cambridge University Press, 1985, chap. 1. For the title page I have relied on the copy of the *Discourse* in the rare book room at Van Pelt Library, University of Pennsylvania.

16. Jonathan Dewald, *Aristocratic Experience and the Origins of Modern Culture. France, 1570–1715*, Berkeley, University of California Press, 1993, p. 140.

17. René Descartes, *Discourse on Method and the Meditations*, trans. F. E. Sutcliffe, Harmondsworth, U.K., Penguin, 1979, p. 27. For the reader's convenience I am using this edition for my explication. All page numbers in the text henceforth refer to it.

18. For a very nuanced discussion of Descartes's debt to stoicism, see Gaukroger, *op. cit.*, pp. 118–19.

19. Paul Zambelli, *La formazione filosofica di Antonio Genovesi*, Naples, Morano, 1972. Since this chapter was first written for *The Cultural Meaning* a new book contains some of the same insights; see Philippe-Jean Quillen, *Distionnaire politique de René Descartes*, Presses universitaires de Lille, Lille, 1994. For a highly philosophical and abstract approach to the political implications of Cartesianism, see Pierre Guenancia, *Descartes et l'ordre politique*, Paris, Presses Universitaires de France, 1983.

20. In the account that follows I am heavily indebted to an unpublished paper by David A. Smith, "Jacques Rohault and the Popularization of Cartesianism," 1992; see also Roger Hahn, *The Anatomy of a Scientific Institution: The Paris Academy of Sciences, 1666–1803*, Berkeley, University of California Press, 1971, pp. 10–15.

21. J. Rohault, *Traité de Physique*, 2 vols, Amsterdam, 1672; vol. 1, pp. 13–17; vol. 2, pp. 142–43. For his attack on the Aristotelians, see vol. 1, pp. 4–5.

22. [J. G. Padries and Rochon], *Lettre d'un philosophe à un Cartesien de ses amis*, Paris, 1672, p.5.

23. See the excellent discussion in Geoffrey Vincent Sutton, "A Science for a Polite Society: Cartesian Natural Philosophy in Paris During the Reigns of Louis XIII and Louis XIV," Ph.D. dissertation, Princeton University, 1982, chap. 1 and pp. 437–52. There is a paperback edition of the *Conversations* with an introduction by Nina Gelbart and published by the University of California Press.

24. See Erica Harth, *Ideology and Culture in Seventeenth Century France*, Ithaca, N.Y., Cornell University Press, 1983, p. 231 and *passim*. Cf. M. de Cordemoy, *Dissertation physique*, preface, Paris, 3rd ed., 1689.

25. See Ruth Perry, "Radical Doubt and the Liberation of Women," *Eighteenth Century Studies*, 18 (1985): 472–93; and Londa Schiebinger, *The Mind Has No Sex? Women in the Origins of Modern Science*, Cambridge, Mass., Harvard University Press, 1989, pp. 170–78.

26. See Schiebinger, *The Mind Has No Sex?* pp. 175–78; Siep Stuurman at the University of Rotterdam is writing a book on Poullain.

27. Pierre S. Regis, *Système de Philosophie*, Paris, 1690 (avec privilege du roy), with dedicatory preface to abbé de Louvois.

الفصل الثالث

1. Ilan Rachum, "The Meaning of 'Revolution' in the English Revolution (1648–1660)," *Journal of the History of Ideas*, 56 (1995): 195–215.

2. This entire chapter relies on Christopher Hill, *The Century of Revolution 1603–1714*, London, Nelson, 1961; the articles by S. F. Mason, H. F. Kearney, Christopher Hill, T. K. Rabb, Barbara Shapiro, and Margaret 'Espinasse that first appeared in *Past and Present*, collected since in Charles Webster, ed., *The Intellectual Revolution of the Seventeenth Century*, London and Boston, Routledge and Kegan Paul, 1974, pp. 197–316, 347–368; P. M. Rattansi, "The Social Interpretation of Science in the Seventeenth Century," in Peter Mathias, ed., *Science and Society 1600–1900*, Cambridge, Cambridge University Press, 1972, pp. 1–32; Margaret C. Jacob, *The Newtonians and the English Revolution 1689–1720*, Ithaca, N.Y., Cornell University Press, 1976; and J. R. Jacob, *Robert Boyle and the English Revolution*, New York, Burt Franklin, 1977. Portions of this chapter first appeared in James R. Jacob and Margaret C. Jacob, "The Anglican Origins of Modern Science: The Metaphysical Foundations of the Whig Constitution," *Isis*, vol. 71 (1980): 251–67. See also Robert K. Merton, *Science, Technology and Society in Seventeenth-Century England*, New York, Howard Fertig, 1970; and Charles Webster, *The Great Instauration: Science, Medicine and Reform, 1620–60*, London, Duckworth, 1975. Note the perceptive comments by Benjamin Nelson in Tom Bottomore et al., eds., *Varieties of Political Expression in Sociology*, Chicago, University of Chicago Press, 1972, pp. 202–210. For a recent defense of the Merton thesis, unreformed, see Gary A. Abraham, "Misunderstanding the Merton Thesis: A Boundary Dispute Between History and Sociology," *Isis*, 74 (1983): 368–87. See also Margaret C. Jacob, ed., *The Politics of Western Science*, Atlantic Highlands, N.J., Humanities Press, 1994. For saniry and light on recent historiography, see Nicholas Tyacke, "Anglican Attitudes: Some Recent Writings on English Religious History, from the Reformation to the Civil War," *Journal of British Studies*, 235 (1996): 139–67.

3. H. A. M. Snelders, "Science in the Low Countries During the 16th Century: A Survey," *Janus*, 70 (1983): 213–27; the great exodus of intellectuals out of the southern Netherlands after the Spanish conquest in 1585 had "a paralyzing effect on the culture" of the region. For the teaching of science in a typical Dutch academy of the seventeenth century, see Rijksarchief, Gelderland, MSS, Academie te Harderwij, no. 154. Catalogue of the library includes Gassendi and Bacon in 1671; Descartes and John Ray by 1698. Cf. Th. J. Meijer, "De historische achtergronden van wetenschappelijk onderzoek in Leids universitair verband," *Tijdschrift voor geschiedenis*, 85 (1972): 432–43.

Cf. Charles Webster, *The Great Instauration*, pp. 90–96, 259. For the role of religion in the revolution, without accepting its conclusions, see John Morrill, "The Religious Context of the English Civil War," *Transactions of the Royal Historical Society*, 5th ser., 34 (1984): 155–78. For a corrective to Morrill's views, see Christopher Hill, *The English Bible and the Seventeenth Century Revolution*, 1995.

4. P. M. Rattansi, "Paracelsus and the Puritan Revolution," *Ambix*, 11 (1963): 24–32.

5. For how this happened see Michael Mendle, "De Facto Freedom, De Facto Authority: Press and Parliament, 1640–43," *The Historical Journal*, 38, no. 2 (1995): 307–32.

6. For women in these movements see the splendid discussion in Phyllis Mack, *Visionary Women. Ecstatic Prophecy in Seventeenth-Century England*, Berkeley, University of California Press, 1992.

7. Thomas H. Jobe, "The Devil in Restoration Science: The Glanvill-Webster Witchcraft Debate," *Isis*, 72 (1981): 343–56. If the student wants to get at the original Hermetic texts turn to Brian P. Copenhaver ed., *Hermetica: The Greek 'Corpus, Hermeticum' and the Latin 'Asclepius' in a New English Translation*, Cambridge, Cambridge University Press, 1992.

8. Christopher Hill, *The World Turned Upside Down*, London, Temple Smith, 1972, chap. 14. On the appropriateness of the term "radical" see Gary S. de Krey, "Rethinking the Restoration: Dissenting Cases for Conscience, 1667–1672," *The Historical Journal*, 38 (1995): 53–83. See also Antonio Clericuzio, "From van Helmont to Boyle. A Study of the Transmission of Helmontian Chemical and Medical Theories in Seventeenth-Century England," *The British Journal for the History of Science*, 26 (1993): 303–34. For the view that the English Revolution was the pinnacle of radicalism see Christopher Hill, "Freethinking and Libertinism: The Legacy of the English Revolution, in R. Lund, ed., *The Margins of Orthodoxy*, Cambridge, Cambridge University Press, 1995: 54–70.

9. Robert Boyle, *Some Considerations Touching the Usefulness of Experimental Natural Philosophy*, London, part 1 (1663) and part 2 (1671). Both parts were written during the 1650s; see R. S. Westfall, "Unpublished Boyle Papers Relating to Scientific Method," *Annals of Science*, 12 (1956): 65; and Thomas Birch, ed., *The Works of the Honourable Robert Boyle*, 6 vols, London, 1972, vol. 3, p. 395. For a treatment of parts 1 and 2, see James R. Jacob, *Boyle*, pp. 104–18 and 141–43, respectively. See also Charles Webster, "The College of Physicians: 'Solomon's House' in Commonwealth England," *Bulletin of the History of Medicine*, 41 (1967): 393–412; J. J. O'Brien, "Commonwealth Schemes for the Advancement of Learning," *British Journal of Educational Studies*, 16 (1968): 30–42; and Christopher Wren, *Parentalia: Or Memoirs of the Family of Wrens*, London, 1950, p. 196.

10. J. R. Jacob, *Robert Boyle and the English Revolution*, New York, Burt Franklin, 1977, pp. 141–43; and Royal Society of London, Letter Book Supplement, A-B Copy, John Beale, pp. 348, 382, 389–90, 403–10. Cf. James R. Jacob, "The Political Economy of Science in Seventeenth Century England," in Margaret C. Jacob, ed., *The Politics of Western Science, 1640–1990*, Atlantic Highlands, N.J., Humanities Press, 1994, pp. 19–46.

11. Allen G. Debus, ed., *Science and Education in the Seventeenth Century: The Webster-Ward Debate*, London, Macdonald, 1970; Henry Stubbe, *A Light Shining out of Darkness*, London, 1659, which was "answered by H. F. [Henry Ferne?] but never printed," according to Anthony à Wood, *The History and Antiquities of the University of Oxford*, 3 vols., Oxford, Oxford University Press, 1792–1796, vol. 3, p. 695; for the

conservative reaction to Stubbe's attack on conventional religion and the universities: Anthony á Wood, *Athenae Oxonienses*, ed., P. Bliss, 4 vols., London, 1813–1820, vol. 3, p. 1069. See also: *Sundry Things from Several Hands Concerning the University of Oxford*, London, 1659; and Charles Webster, "William Dell and the Idea of University," in Mikulas Teich and Robert Young, eds., *Changing Perspectives in the History of Science*, London, Heinemann, 1973, pp. 110–26.

12. Christopher Hill, *The Religion of Gerrard Winstanley*, supplement 5, Past and Present Society, Oxford, Oxford University Press, 1978, p. 18. For a continuation of radical activity see the work of Richard Greaves, for example, *Enemies under His Feet. Radicals and Nonconformists in Britain, 1664–1677*, Stanford, Calif., Stanford University Press, 1990.

13. For a good general introduction to Winstanley, see G. E. Aylmer, "The Religion of Gerrard Winstanley," in J. F. McGregor and B. Reay, eds., *Radical Religion in the English Revolution*, Oxford, Oxford University Press, 1984, pp. 91–120. For the beliefs of ordinary folk and their sects in this period, see also Margaret Spufford, *Small Books and Pleasant Histories: Popular Fiction and Its Readership in Seventeenth-Century England*, London, Methuen, 1981.

14. Marie Boas, *Robert Boyle and Seventeenth-Century Chemistry*, Cambridge, Cambridge University Press, 1958; Robert H. Kargon, *Atomism in England from Harriot to Newton*, Oxford, Clarendon Press, 1966, pp. 93–105. Cf. Steven Shapin and Simon Schaffer, *Leviathan and the Air-Pump: Hobbes, Boyle, and the Experimental Life*, Princeton, Princeton University Press, 1986. For my reservations see "Reflections on the Ideological Meanings of Western Science from Boyle and Newton to the Postmodernists," *History of Science*, xxxiii (December 1995): 333–57.

15. J. R. Jacob, *Boyle*, pp. 112–15.

16. Thomas Edwards, *Gangraena*, 3rd ed., London, 1646, div. 1, part 1, pp. 25–26; Hill, *The World Turned Upside Down*, chap. 6.

17. Edwards, *Gangraena*, pp. 15–19, 23–24, 28–29; J. R. Jacob, *Boyle*, chaps. 3 and 4; and M. C. Jacob, *The Newtonians*, chap. 1.

18. Thomas Sprat, *A History of the Royal Society*, London, 1667, pp. 343, 400, 408, 425–29.

19. [Thomas Tenison], "The Epistle Dedicatory," in *The Creed of Mr. Hobbes Examined*, London, 1671, pp. 7–8, 13–15; Joseph Glanvill, *A Blow at Modern Sadducism*, London, 1668, pp. 153–60; John Evelyn, *The History of Religion*, ed., R. M. Evanson, 2 vols., London, 1850, vol. 1, pp. xxvii–xxviii; and J. R. Jacob, "Civil Religion and Radical Politics: Stubbe to Blount," paper presented at the annual meeting of the American Historical Association, San Francisco, 1978.

20. For the attack on Hobbes see John Wallis to John Owen, 10 Oct. 1665, in Peter Toon, ed., *The Correspondence of John Owen (1616–1683)*, Cambridge, Cambridge University Press, 1970, pp. 87–88; John Wallis, *Hobbiani Puncti Dispunctio*, Oxford, 1657, pp. 42–43; and Robert Boyle, "The Preface," in *An Examen of Mr. T. Hobbes His Dialogus Physicus de Natura Aeris*, Oxford, 1662. Boyle, "The Preface," *An Examen*; and John Wallis, "The Epistle Dedicatory," in *Elenchus Geometriae Hobbianae*, Oxford, 1655; and for the argument developed in Wren, *Parentalia*, p. 196; and Royal Society, Letter Book Supplement, A-B Copy, John Beale, pp. 348, 382, 389-90, 403, 410. For a suggestive approach to politics and economic ideology in this period, see Joyce Appleby, *Economic Thought and Ideology in Seventeenth Century England*, Princeton, Princeton University Press, 1978, chap. 9.

21. See Robert Martin Krap, *Liberal Anglicanism: 1636–1647*, Ridgefield, Conn., Acorn Press, 1944; John F. H. New, *Anglican and Puritan: The Basis of Their Opposition, 1558–1640*, Stanford and London, Stanford University Press, 1964, pp. 16–21. For further evidence of preaching against predestination in Cambridge during the 1650s, see Spencer Research Library, University of Kansas, diary of Charles North, MS A.41, fol. 1, Dr. Cudworth of Clare Hall, "On 4 Esiah: 5"; also Dr. Arrowsmith and Dr. Love on the theme "faith without good works is dead." Cf. Gregory Memorandum, Gregory MSS, Edinburgh University Library, DC. 1.61, fol. 93; "When Dr Duport resigned the chair of Greek he recommended his pupil Mr. Barrow who ... being suspected of Arminianism he could not obtain it and therefore in 1654 he ... went first to France, in Paris he found his father attending the English Court."

22. Peter Pett, *A Discourse Concerning Liberty of Conscience*, London, 1661, p. 9. This was a tract commissioned by Boyle and representative of his views. Cf. G. R. Abernathy, "Richard Baxter and the Cromwellian Church," *Huntington Library Quarterly*, 24 (1961): pp. 227–31; and J. R. Jacob, *Boyle*, pp. 118–26. On the details of the church at the Restoration, see John Miller, *Charles II*, London, Weidenfeld and Nicolson, 1991, pp. 50–68.

23. For a discussion of the arguments put forward by the Catholic opponents of the new science, see Edward Grant, "In Defense of the Earth's Centrality and Immobility: Scholastic Reaction to Copernicanism in the Seventeenth Century," *Transactions of the American Philosophical Society*, 74, part 4 (1984): 11ff. For a valuable discussion of the response to Descartes and a review of the historiography, see C. Webster, "Henry More and Descartes: Some New Sources," *British Journal of the History of Science*, 4, no. 16 (1969): 359–77. Cf. Henry More, *Enchiridion Metaphysicum*, London, 1671.

24. Quoted in John Gascoigne, " 'The Holy Alliance': The Rise and Diffusion of Newtonian Natural Philosophy and Latitudinarian Theology Within Cambridge from the Restoration to ... George III," Ph.D. dissertation, Cambridge University, 1981, p. 132; and Gascoigne, "The Universities and the Scientific Revolution: The Case of Newton and Restoration Cambridge," *History of Science*, 23 (1985): 391–434.

25. For a good exposition of Newton's notebook, see Gale E. Christianson, *In the Presence of the Creator: Isaac Newton and His Times*, New York, Free Press, 1984, pp. 55–56. For similar work see University Library, Cambridge, student notebook of John Smyth of Gonville and Caius in 1681, fol. 34ff.; on physics according to Descartes; University Library, Cambridge, MS 6160 notebook of William Bright, November 1645, e.g., 170–76ff. very similar to Newton's notes; these on God's power and prudence in the government of the world; on the style of these notes see the instructions found in Add. Mss. 6986 "Dr. Duport's Rules to Fellow Commoners," fol. 9: "When you are ye respondent evermore repeat ye syllogisme before you answer. ... Write yr. logical and Philosophical rules, distinctions or questions in a little paper pocket book you may carry them about with you." And when the practice became formalized, and incidentally used to teach Newton's science, see *Quaestiones philosophicae in usum juventutis academicae*, Cambridge, 1732; and finally A. R. Hall, "Sir Isaac Newton's Note-Book, 1661–65," *Cambridge Historical Journal*, 9 (1948): 245–50.

26. See John Craig to John Conduitt, 7 April 1727, Cambridge University Library, MSS. Add. 4007, fol. 686. For context see Bodleian Library, Oxford, MS Rawlinson c. 146, fol. 132–37. Cf. John Gascoigne, "Politics, Patronage and Newtonianism: The Cambridge Example," *Historical Journal*, 27 (1984): 1–24. And see Newton's manuscript, which may date from either the 1660s or the 1680s: "De Gravitatione et ae-

quipondo fluidorum," in A. Rupert Hall and Marie Boas Hall, eds., *Unpublished Scientific Papers of Isaac Newton*, Cambridge, Cambridge University Press, 1962, pp. 142–44, 148. For the singularly important role of this repudiation of Descartes for the development of Newton's natural philosophy, see Richard Westfall, *Never at Rest: A Biography of Isaac Newton*, Cambridge, Cambridge University Press, 1980, p. 381.

27. Ronald Hutton, *Charles the Second. King of England, Scotland, and Ireland*, Oxford, Clarendon Press, 1991, pp. 183–84.

28. Newton manuscript, Burndy Library, Burndy MS 16, fol. 6, r-v. On Newton's alchemy, see Betty Jo Teeter Dobbs, *The Foundations of Newton's Alchemy*, Cambridge, Cambridge University Press, 1975; see p. 80 for Newton's link to Hartlibian circles.

29. Newton MS, University Library, Cambridge, Add. MS 3968.41, fol. 85r.

30. See Christopher Hill, *The Experience of Defeat: Milton and Some Contemporaries*, New York, Viking, 1984. Cf. J. R. Jacob, "Restoration Ideologies and the Royal Society," *History of Science*, 18 (Feb. 1980): p. 18.

31. David L. Wykes, "James II's Religious Indulgence of 1687 and the Early Organization of Dissent: The Building of the First Nonconformist Meeting-House in Birmingham," *Midland History*, xvi (1991): 86–102, p. 88 for the quotation from Ralph Thoresby.

32. Michael Hunter, *Science and Society in Restoration England*, Cambridge, Cambridge University Press, 1981, pp. 93, 117.

33. Royal Society MSS C.P. 18, item 8, fols. 66–80. On getting a patent, see Christine MacLeod, "Patents for Invention and Technical Change in England, 1660–1753," Ph.D. dissertation, Cambridge University, 1982, p. 247. Cf. Alan Smith, "Steam and the City: The Committee of Proprietors of the Invention for Raising Water by Fire, 1715–35," *Transactions of the Newcomen Society*, 49 (1977–1978): pp. 5–18.

34. For how land and industry interacted see Trevor Raybould, "Aristocratic Landowners and the Industrial Revolution: The Black Country Experience c. 1760–1840," *Midland History*, ix (1984): 59–86.

35. Frank E. Manuel, *The Religion of Isaac Newton: The Fremantle Lectures, 1973*, Oxford, Clarendon Press, 1974, pp. 99–100; for portions of Yahuda MS 1 by Newton, see Appendix to Manuel, *Isaac Newton, Historian*, Cambridge, Cambridge University Press, 1963, pp. 1–17.

36. Christopher Hill, "Sir Isaac Newton and his Society," in his *Change and Continuity in 17th Century England*, London, Weidenfeld and Nicholson, 1974, p. 274; cf. George Grinnell, "Newton's *Principia* as Whig Propaganda," in Paul Fritz and David Williams, eds., *City and Society in the 18th Century*, Toronto, Hakkert, 1973, pp. 181–92, which at least raises the issue of political motives, although I do not agree with Grinnell's conclusions.

37. On Halley and James II, see I. Bernard Cohen and Robert E. Schofield, eds., *Isaac Newton's Papers and Letters on Natural Philosophy*, Cambridge, Mass., Harvard University Press, 1958, pp. 397–424; on Halley and Tillotson, see British Library, MSS Add. 17017, fols. 143, 145–46; MSS Add. 4236, fols. 230, 233, 227.

38. W. R. Albury, "Halley's Ode on the *Principia* of Newton and the Epicurean Revival in England," *Journal of the History of Ideas*, 39 (1978): 27, 36–37.

39. For the letter see H. W. Turnbull, ed., *The Correspondence of Isaac Newton*, 7 vols., Cambridge, Cambridge University Press, 1961, vol. 3, 12–13, 279; cf. for Newton in Parliament see Millicent B. Rex, *University Representation in England, 1604–1690*, London, Allen and Unwin, 1954. For Newton's strong interest in his seat, see also A.

Rupert Hall and Laura Tilling, eds., *The Correspondence of Isaac Newton*, 7 vols., Cambridge, Cambridge University Press, 1977, vol. 7, pp. 436–37.

40. Citing Keynes MS 121, f.3 in Scott Mandelbrote, "Isaac Newton and the Writing of Biblical Criticism," *The British Journal of the History of Science*, 26 (1993): 288.

41. On Church thinking at the Revolution of 1688–89, see Mark Goldie, "The Political Thought of the Anglican Revolution," in Robert Beddard, ed. *The Revolutions of 1688*, Oxford, Clarendon Press, 1991, pp. 102–36.

42. Memorandum by David Gregory, 28 Dec. 1691, found in Turnbull, *Correspondence of Newton*, vol. 3, p. 191.

43. Scott Mandelbrote, *op. cit.*, p. 301.

44. For the Scottish context see Bruce P. Lenman, "The Scottish Nobility and the Revolution of 1688–90," in Beddard, *op. cit.*, pp. 137–62.

45. See Samuel Clarke, *A Demonstration of the Being and Attributes of God: More Particularly in Answer to Mr. Hobbes, Spinoza, and Their Followers*, London, 1705; cf. John Toland, *Socinianism Truly Stated: Being an Example of Fair Dealing in All Theological Controversys ... by a Pantheist to an Orthodox Friend*, London, 1705; cf. Giancarlo Carabelli, *Tolandiana*, Florence, La Nuova Italia, 1975, pp. 119–20. For the framework of these ideas, see J. E. McGuire, "Existence, Actuality and Necessity: Newton on Space and Time," *Annals of Science*, 35 (1978): 470; on More and Newton as revealed in "De Gravitatione," pp. 471, 480–82; on Spinoza, p. 493. The quotation is derived from J. E. McGuire, "Newton on Place, Time and God: An Unpublished Source," *British Journal for the History of Science*, 11 (1978): 114–23, quoting from Cambridge University Library, MSS ADD. 3965, section 13, fols. 445r–446r. For the complexity of belief and unbelief see Silvia Berti, "At the Roots of Unbelief," *Journal of the History of Ideas*, 56 (1995): 555–75.

46. Quoted from Nicholas Robinson in Anita Guerrini, "Ether Madness: Newtonianism, Religion, and Insanity in Eighteenth-Century England," in Paul Theerman and Adele F. Seeff, eds., *Action and Reaction. Proceedings of a Symposium to Commemorate the Tercentenary of Newton's 'Principia'*, Newark, Del., University of Delaware Press, 1993, p. 240.

47. Norriss S. Hetherington, "Isaac Newton and Adam Smith: Intellectual Links between Natural Science and Economics," in P. Theerman and Adele F. Seeff, *op. cit.*, pp. 277–91.

الفصل الرابع

1. For a brilliant discussion of the crisis, see Paul Hazard, *The European Mind*, New Haven, Conn., Yale University Press, 1953. Some of these themes are examined in chap. 1 of Joyce Appleby, Lynn Hunt, and Margaret Jacob, *Telling the Truth about History*, New York, W. W. Norton, 1994.

2. For a more detailed discussion see John Hedley Brooke, *Science and Religion. Some Historical Perspectives*, Cambridge, Cambridge University Press, 1991, chaps. 5 and 6.

3. For a wider discussion than is possible here, see Christopher Fox, Roy Porter, and Robert Wokler, eds., *Inventing Human Science. Eighteenth-Century Domains*, Berkeley, University of California, 1995.

4. For an analysis of the working of censorship in France, see Joseph Klaits, *Printed Propaganda under Louis XIV: Absolute Monarchy and Public Opinion*, Princeton,

Princeton University Press, 1976. For how repression worked in Italy see Vincenzo Ferrone, *The Intellectual Roots of the Italian Enlightenment. Newtonian Science, Religion, and Politics in the Early Eighteenth Century*, Atlantic Highlands, N.J., Humanities Press, 1995, pp. 1–4. On religious persecution see Bernard Cottret, ed., *The Huguenots in England: Immigration and Settlement*, trans. P. and A. Stevenson, Cambridge, Cambridge University Press, 1991.

5. For another approach to the emergence of probability, see Barbara Shapiro, *Probability and Certainty in Seventeenth Century England*, Princeton, Princeton University Press, 1983.

6. See Jacques-Bénigne Bossuet, *Politique tirée des propres paroles de l'Ecriture sainte*, ed. by Jacques Le Brun, Geneva, 1967, originally published in 1709, p. 185. I owe the citation to Jeffrey Merrick.

7. Argument spelled out in greater detail in Margaret C. Jacob, "Reflections on the Ideological Meanings of Western Science from Boyle and Newton to the Postmodernists," *History of Science*, 33 (1995): 333–57.

8. A good example of the virulence of the campaign can be found in Aubrey Rosenberg, *Nicholas Gueudeville and His Work, (1652–172?)*, The Hague and Boston, Nijhoff, 1982, p. 61; Pierre J. W. van Malssen, *Louis XIV d'après les pamphlets repandus en Hollande*, Amsterdam, H. Paris, 1936; Guy Howard Dodge, *The Political Theory of the Huguenots of the Dispersion*, New York, Columbia University Press, 1947; K. Malettke, *Opposition und Konspiration unter Louis XIV*, Göttingen, Vandenhoesch und Ruprecht, 1976.

9. See David Cressy, "Levels of Illiteracy in England, 1530–1730," in Harvey L. Graff, ed., *Literacy and Social Development in the West: A Reader*, Cambridge, Cambridge University Press, 1981, pp. 123–24. On Germany, see Gerald Strauss, *Luther's House of Learning: Indoctrination of the Young in the German Reformation*, Baltimore, Johns Hopkins University Press, 1978, p. 202.

10. On the Dutch side of this story see Rienk H. Vermij, *Secularisering en Natuurwetenschap in de zeventiende en achttiende eeuw: Bernard Nieuwentijt*, Amsterdam, Rodopi 1991.

11. For the manuscript version see Clark Library, Los Angeles, MS J43M3 A859, "Astrological Experiments Exemplified by Samuel Jeake"; cf. his diary, MS J43M3 D540, 1G94. The diary has now been edited by Michael Hunter.

12. Pierre Retat, *Le Dictionnaire de Bayle et la lutte philosophique au XVIIIe siècle*, Paris, Presse de Université de Lyon, 1971.

13. C. M. G. Berkevens-Stevelinck, *Prosper Marchand et l'histoire du livre*, Ph.D. dissertation, University of Amsterdam, 1978, pp. 2–16. To be supplemented by Margaret C. Jacob, *The Radical Enlightenment*, London, Unwin-Hyman, 1981.

14. Cf. G. Bonno, "Lettres inedites de Le Clerc à Locke," *University of California Publications in Modern Philosophy*, 52 (1959).

15. On Furly, see William Hull, *Benjamin Furly and Quakerism in Rotterdam*, Philadelphia: Swarthmore Monographs, 1941; for his library, see *Bibliotheca Furliana*, Rotterdam, 1714. On Locke as a refugee see John Marshall, *John Locke. Resistance, Religion and Responsibility*, Cambridge, Cambridge University Press, 1994, pp. 357–66.

16. Rex A. Barrell, ed., *Anthony Ashley Cooper. Earl of Shaftesbury (1671–1713)*, Lewiston, Edwin Mellon Foundation, 1989, pp. 92-93.

17. See British Library, MSS. ADD. 4283, fols. 265–66, and Furly's letters to William Penn at the Pennsylvania Historical Society, Locust St., Philadelphia.

18. Balthasar Bekker, *De Philosophia Cartesiana admonitis candida et sincera*, Vesaliae, 1668, pp. 14–18.

19. Balthasar Bekker, *Uitlegginge van den Prophet Daniel*, Amsterdam, 1688. The preface is dated 14 May 1688, and is clearly written under the impact of the outfitting of the Dutch fleet for what many assumed would be a war against France. Cf. K. H. D. Haley, "Sir Johannes Rothe: English Knight and Dutch Fifth Monarchist," in Donald Pennington and Keith Thomas, eds., *Puritans and Revolutionaries: Essays in Seventeenth-Century History Presented to Christopher Hill*, Oxford, Clarendon Press, 1978, pp. 310–32.

20. Balthasar Bekker, *De Betoverde Weereld*, 1691, preface and p. 656.

21. Balthasar Bekker, *Le monde enchanté*, Amsterdam, 1694, vol. 4, pp. 296, 719. On journalistic propaganda in support of Bekker, see J. J. V. M. de Vet, *Pieter Rabus (1660–1702)*, Amsterdam, Holland University Press, 1980. Cf. Jacques Revel, "Forms of Expertise: Intellectuals and 'Popular' Culture in France (1650–1800)," in Steven L. Kaplan, ed., *Understanding Popular Culture: Europe from the Middle Ages to the Nineteenth Century*, Berlin, Mouton, 1984, pp. 255–73.

22. Erica Harth, *Ideology and Culture in Seventeenth Century France*, Ithaca, N.Y., Cornell University Press, 1983, pp. 290–92, 297, on Denis Vairasse.

23. R. H. Campbell and A. S. Skinner, eds., *The Origins and Nature of the Scottish Enlightenment*, Edinburgh, Donald, 1982, p. 70, found in Christine M. Shepherd, "Newtonianism in Scottish Universities in the Seventeenth Century."

24. John Colerus, *The Life of Benedict de Spinosa, Done out of French*, London, 1706, pp. 3, 7. To be used with some caution, as Colerus is an essentially hostile source.

25. On the career of pantheism as derived from Spinoza and others, see Paul Verniere, *Spinoza et la pensée française avant la revolution*, 2 vols., Paris, Presses Universitaires de France, 1954.

26. See Margaret C. Jacob, *The Radical Enlightenment*, London, Unwin-Hyman, 1981, p. 244; and see also Jonathan Israel, *The Dutch Republic. Its Rise, Greatness, and Fall 1477–1806*, Oxford, Clarendon Press, 1995, pp. 916–33, where this thesis is expanded upon.

27. See Margaret C. Jacob, "The Knights of Jubilation: Masonic *and* Libertine," *Quaerendo*, 14 (1984): 63–75.

28. University Library, Amsterdam, MS. coll.hss. V 84.

29. Aubrey Rosenberg, *Tyssot de Patot and His Work, 1655–1738*, The Hague, Nijhoff, 1972; and Rosenberg, "An Unpublished Letter of Tyssot de Patot," *Vereeniging tot Beoefening van Overijsselsch Regt en geschiedenis*, 96 (1981): 71–76. Cf. Alan Gabbey, "Philosophia Cartesiana Triumphata: Henry More (1646–71)," in Thomas M. Lennon et al., eds., *Problems of Cartesianism*, Kingston, Ontario, McGill-Queen's University Press, 1982, p. 246.

30. Koninklijk Huisarchief, The Hague, MS G 16-A29, fol. 14, Allamand to M.M. Rey, 1762.

31. Agatha Kobuch, "Aspekte des aufgeklarten burgerlichen Denkens in Kursachsen in der ersten Halfte des 18. Jh. im Lichte der Bucherzensur," *Jahrbuch für Geschichte*, Berlin, 1979, pp. 251–94.

32. Anon., *War with Priestcraft or, the Freethinkers' Iliad: A Burlesque Poem*, London, 1732, pp. 36–37.

33. On this literature and its debt to science see Margaret C. Jacob, "The Materialist World of Pornography," in Lynn Hunt, ed., *The Invention of Pornography*, New York, Zone Books, 1994.

34. Ruth Perry, *Women, Letters and the Novel*, New York, AMS Press, 1980.

35. For a splendid description of this new culture, see Roy Porter, "Science, Provincial Culture and Public Opinion in Enlightenment England," *British Journal for Eighteenth Century Studies*, 3, no. 1 (1980): 20–46. For a fascinating account of the earliest applications of Newtonian science, see Larry Stewart, "The Selling of Newton: Science and Technology in Early Eighteenth-Century England," *Journal of British Studies*, 25 (1986): 178–92.

36. *The Freethinker*, (London), no. 16 (16 May 1718), pp. 69–72. Cf. Harry Payne, *The Philosophes and the People*, New Haven, Yale University Press, 1976.

37. See Michael Adas, *Machines as the Measure of Men. Science, Technology, and Ideologies of Western Dominance*, Ithaca, N.Y., Cornell University Press, 1989.

38. *Oeuvres diverses de Pierre Bayle*, 3 vols. in 4, Hildesheim, 1968, vol. 4, pp. 794–95.

39. J. van der Berg, "Eighteenth century Dutch translations of the works of some British latitudinarian and enlightened theologians," *Nederlands archief voor kerkgeschiedenis*, n. s. vol. 59, no. 2 (1979): 198–206.

40. For a gossipy account of in-fighting among journalists, see Anne Goldgar, *Impolite Learning. Conduct and Community in the Republic of Letters, 1680–1750*, New Haven, Conn., Yale University Press, 1995.

41. A. C. de Hoog, "Some Currents of Thought in Dutch Natural Philosophy," Ph.D. dissertation, Oxford University, 1974, pp. 300–301. Jean T. Desaguliers sponsored this edition, and its translator told Toland that it was aimed against him. For Desagulier's being courted by publishers, see Bibliothèque Cantonale et Universitaire, Lausanne, Fonds de Crousaz, IS 2024II/137.

42. *The Englishman*, no. 42 (26 Jan. 1714), cited in James E. Force, *William Whiston: Honest Newtonian*, Cambridge, Cambridge University Press, 1985, p. 162–63n.

43. James Force, *Whiston, Honest Newtonian*, pp. 135–36.

44. Judith Colton, "Kent's Hermitage for Queen Caroline at Richmond," *Architecture*, 2 (1974): 181–91. Occasionally Newtonians could be Jacobites; see Andrew Cunningham, "Sydenham vs. Newton: The Edinburgh Fever Dispute of the 1690's . . ." *Medical History*, suppl. 11 (1981): 71–79.

45. René Pomeau, *La Religion de Voltaire*, Paris, Nizet, 1956.

46. Voltaire, *Traité de Metaphysique (1734)*, ed. H. Temple Patterson, Manchester, Manchester University Press, 1957, pp. 17–19.

47. Voltaire, *The Elements of Sir Isaac Newton's Philosophy*, trans. John Hanna, London, 1738, pp. 182–83.

48. Ibid., p. 236n.

49. For s'Gravesande's statement, see J. N. S. Allamand, ed., *Oeuvres philosophiques et mathematiques de M. W. J. s'Gravesande*, Amsterdam, Marc Michel Rey, 1774, vol. 2, pp. 316–17. The sphere was seen by an English woman tourist in 1726, Clark Library, MS J86Z, n.f. Wednesday, 16 June. According to one account, this was a "fine Copernican sphere with 1500 wheels, made by Tracy an English Man Living at Rotterdam which not only shews the different motions of the heavenly bodies but the year, month, day. . . ."; Los Angeles, Clark Library, MS Phillips 9356.

50. W. A. Speck, "Politicians, Peers and Publication by Subscription, 1700–50," in Isabel Rivers, ed., *Books and Their Readers in Eighteenth Century England*, Leicester, Leicester University Press, 1982, p. 64.

51. J. R. Clarke, "The Royal Society and the Early Grand Lodge Freemasonry," *Ars Quatuor Coronatorum*, 80 (1967): 110–19.

52. See J. A. van Reijn, "John Theophilus Desaguliers, 1683–1983," *Thoth*, no. 5 (1983): 165–203.

53. *The Constitutions of the Freemasons*, London, 1723, p. 50.

54. On women's freemasonry see Janet Burke and Margaret C. Jacob, "French Freemasonry, Women and Feminist Scholarship," *Journal of Modern History*, forthcoming in v. 68, 1996.

55. Quoted in M. C. Jacob, *The Radical Enlightenment*, pp. 243–44. The quotation is by Rousset de Missy.

56. V. Mandey, *Mechanick Powers; or the Majesty of Nature and Art Unvail'd*, London, 1702.

57. E. Truesdell, "Reactions of Late Baroque Mechanics to Success, Conjecture, Error, and Failure in Newton's *Principia*," in Robert Palter, ed., *The "Annus Mirabelis" of Sir Isaac Newton, 1666–1966*, Cambridge, Mass., MIT Press, 1970, p. 209.

58. Francis Hauksbee, *Physico-Mechanical Experiments in Various Subjects* ..., London, 1719.

59. J. U. Nef, *The Rise of the British Coal Industry*, 2 vols., London, 1966, Cass reprint of 1932 edition, vol. 2, p. 126–28.

60. Fitzwilliam Museum, Cambridge, MS 37-1947, William Strutt to Maria Edgworth, 1823. Similar sentiments are to be found in the Strutt MSS, Derby Local Library, Derbyshire.

61. Fitzwilliam, MS 48-1947, manuscript by Joseph Strutt, "On the relative advantages and disadvantages of the English and Scottish Universities," 1808. The next quotation is also from the Strutt correspondence.

الفصل الخامس

1. For the business cards that are stuck in a manuscript volume see JWP, BPL, MS C4/B28; for the letters of James Watt to his brother in the same collection, C4/A4, letter book for 1740–41. His account books also comprise many volumes.

2. Article by Simon Schaffer in John Brewer and Roy Porter, eds., *Consumption and the World of Goods*, New York, Routledge, 1993, p. 492.

3. Daniel Garber, *Descartes' Metaphysical Physics*, Chicago, University of Chicago Press, 1992, p. 182, citing the preface to part III of his *Principles*.

4. JWP, BPL, MS C4/B29, n.f.

5. Muirhead MSS, BPL, MIV/box 14/1. "Essai d'une Nouvelle Theorie du Choc de Corps par Gravesande 1722," appears in a margin.

6. JWP, BPL, C4/B32, dated 1682 on cover. For background see Ann Geneva, *Astrology and the Seventeenth Century Mind. William Lilly and the Language of the Stars*, New York, Manchester University Press, 1995; and on Pordage see Christopher Hill *The World Turned Upside Down*, London, Penguin, 1972, pp. 224–26.

7. For a concise summary of mechanistic concepts at work see Carlo Cipolla, ed., *The Emergence of Industrial Societies*, Fontana Economic History of Europe, Hassocks, Sussex, Harvester Press, 1976, in particular the essay by Phyllis Deane.

8. For a good critique of rational choice economics that pervade the older model see in particular, David S. Landes, "Introduction: On Technology and Growth" in Patrice Higonnet, David S. Landes, and Henry Rosovsky, eds., *Favorites of Fortune*.

Technology, Growth and Economic Development since the Industrial Revolution, Cambridge, Mass., Harvard University Press, 1991, pp. 9–17; in the same volume see the example of failure in the case of Ulster in the essay by Joel Mokyr, "Dear Labor, Cheap Labor, and the Industrial Revolution."

9. David S. Landes, "Introduction: On Technology and Growth" in Patrice Higgonet, David S. Landes, and Henry Rosovsky, eds., *Favorites of Fortune. Technology, Growth and Economic Development since the Industrial Revolution*, Cambridge, Mass., Harvard University Press, 1991, p. 9.

10. Larry Stewart, *The Rise of Public Science. Rhetoric, Technology, and Natural Philosophy in Newtonian Britain, 1660–1750*, Cambridge, Cambridge University Press, 1992. For the teaching of applied mathematics, i.e., hydrostatics, geometry, astronomy, surveying, and gunnery in Edinburgh as early as the Restoration period and its growing popularity, see R. H. Houston, "Literacy, Education and the Culture of Print in Enlightenment Edinburgh," *History*, (October 1993): 373–92. See also Richard S. Tompson, "The English Grammar School Curriculum in the Eighteenth Century," *British Journal of Educational Studies*, 29 (1971): 32–39. By the end of the century the French perceived even the average English soldier as being possessed of "de plusiers procédés de fabrique, nécessaires et inconnus en France" and sought to have English prisoners interrogated for the information. See AN F 12 2195, François Bardel to Ministry of the Interior [year V?]. Kindly supplied by Jeff Horn.

11. For an example of the kind of trial and error to which I refer see Basil Harley, "The Society of Arts' Model Ship Trials, 1758–1763," *The Newcomen Society for the Study of the History of Engineering and Technology. Transactions*, 63 (1991–92): 53–71. For a similar, but eighteenth century discussion of how innovation works see Thomas Barnes cited in note number 50. For a good survey of the role of technology in eighteenth century science texts see Donald Beaver, "Textbooks of Natural Philosophy: The Beatification of Technology," in J. L. Berggren and B. R. Goldstein, eds. *From Ancient Omens to Statistical Mechanics*, Copenhagen, University Library, 1987, pp. 203–13.

12. The phrase comes from the otherwise excellent introduction by Patrick O'Brien and Roland Quinault, eds., *The Industrial Revolution and British Society*, Cambridge, Cambridge University Press, 1993, p. 4.

13. Quoted from Denys Papin, *Nouvelle manière pour lever l'eau par la force du feu*, Cassel/Frankfurt, 1707, pp. 3–6, by Alan Smith, " 'Engines Moved by Fire and Water'. The Contribution of Fellows of the Royal Society to the Development of Steam Power, 1675–1733," unpublished paper dated March 10, 1995, kindly communicated by J. R. Harris.

14. For a good summary of this argument as it stood in the 1970s see D. S. L. Cardwell, "Science, Technology and Industry," in G.S.Rousseau and Roy Porter, eds., *The Ferment of Knowledge*, Cambridge, Cambridge University Press, 1980, pp. 449–83, with good insight into Smeaton. Further research has enabled historians to expand on and nuance Cardwell's arguments.

15. A visiting French engineer in 1784 [L'Ecole des Ponts et Chaussées, Paris, 1784, MS 48, Le Sage, f.51] noted how in the decision to construct a road, the locals bring in an engineer; they then go to Parliament, not for permission to construct it ..."car les particuliers pourraient l'arreter entre eux; mais pour obtenir le droit d'etablir un Peage. . . ." For a description of the Bristol harbor by a visiting French engineer see L'Ecole des Ponts et Chaussées, Paris, MS 85, Ports d'Angleterre par Mr Cachin, 1785, f.15. Note that this French observer makes mention of "un nombre considérable de français fugitifes, qui y ont établi des manufactures superbes . . .", i.e., Huguenots.

16. For a general approach to the themes presented here see Joel Mokyr, *The Lever of Riches. Technological Creativity and Economic Progress*, New York, Oxford University Press, 1990; the phrase belongs to Ian Inkster, *Science and Technology in History. An Approach to Industrial Development*, London, Macmillan, 1991, chap. 2; Jan Golinski, *Science as Public Culture. Chemistry and Enlightenment in Britain, 1760–1820*, Cambridge, Cambridge University Press, 1992; a similar approach also found in Eric Dorn Brose, *The Politics of Technological Change in Prussia. Out of the Shadow of Antiquity, 1809–1848*, Princeton, Princeton University Press, 1993; and in Svante Lindqvist, *Technology on Trial. The Introduction of Steam Power Technology into Sweden, 1715–1736*, Uppsala, Almqvist & Wiksell, 1984. I do not mean to endorse the kinds of arguments found in Lawrence E. Harrison, *Who Prospers? How Cultural Values Shape Economic and Political Success*, New York, Basic Books, 1992.

17. For a recent discussion of aspects of the French scene, see C. Comte and A. Dahan-Dalmedico, "Mécanique et physique: Euler, Lagrange, Cauchy," in R. Rashed, ed., *Sciences a l'époque de la révolution française. Recherches historiques*, Paris, Blanchard, 1988, pp. 329–444. Cf. Antoine Picon, *L'Invention de l'ingenieur moderne. L'Ecole des Ponts et Chaussées 1747–1851*, vol. 1. Paris, Presses d l'École nationale des Ponts et Chaussées, 1992.

18. For his argument see the important essay that summarizes the work of Terry Shinn, "Science, Tocqueville, and the State: The Organization of Knowledge in Modern France," *Social Research*, 59 (1992): 533–66; reprinted in Margaret C. Jacob, ed., *The Politics of Western Science, 1640–1990*, Atlantic Highlands, N.J., Humanities Press, 1994. Reinforcing Shinn's approach is Eda Kranakis, "Social Determinants of Engineering: A Comparative View of France and America," *Social Studies of Science*, 19 (1989): 5–70. For a summary of current research on the French Academy in the eighteenth century see the opening chapter in Maurice Crosland, *Science under Control. The First Academy of Sciences 1795–1914*, Cambridge, Cambridge University Press, 1992. For a further example of how French science drew its character from the requirements of the state, see James McClellan III, *Colonialism and Science. Saint Domingue in the Old Regime*, Baltimore, Johns Hopkins University Press, 1992; and for a comparative overview of the European academies of science in the eighteenth century, see James McClellan III, *Science Reorganized. Scientific Societies in the Eighteenth Century*, New York, Columbia University Press, 1985. For a contemporary observer who compared the French and English academies and came to a similar conclusion see John Nicholls, *Remarques sur les avantages de la France et de la Grand Bretagne*, Leiden, 1754, [trans. from the English], pp. 50–54: "If you examine the different objects that occupy the academies the preference is for those things which are unuseful." Louis Bergeron sees this social dimension that worked against application being to a certain degree reasserted by Napoleon and continuing, but to a lesser degree than before the Revolution, into the nineteenth century: "Ce qui est certain, c'est que la formation, les ambitions ou les exigences du polytechnicien furent pendant longtemps en discordance avec l'attente, les besoins ou les possibilités de la plupart des entreprises. Intelligence trop théorique, tendances autoritaires héritées de l'administration, esprit de caste. . . ." See Louis Bergeron, *Les capitalistes en France (1780–1914)*, Paris, Gallimard, 1978, p. 70. Cf. B. Belhoste, A. Picon, J. Sakarovitch, "Les exercices dans les écoles d'ingénieurs sous l'ancien régime et la révolution," *Histoire de l'éducation*, 46 (1990): 53–109, esp. 62.

19. JWP, BPL, Smeaton to Boulton and Watt, 5 Feb. 1778. Underlining in the original.

20. See Musson and Robinson, *Science and Industry in the First Industrial Revolution*, [1989], chap. 5.

21. For example, see the letters in Birmingham City Library, M.II/4/2/1-34; JW to AW, 7 Jan. 1787, Paris, on his privilege being confirmed; and in the letter of JW to AW, 8 Mar. 1787, "unfortunately Mr Calverts rotative gadgeon twisted broke off just within the coupling brasses of the link. . . ." For a refreshing approach to the issue of the private and the public spheres among the middle class, see Dror Wahrman, " 'Middle-Class' Domesticity Goes Public: Gender, Class, and Politics from Queen Caroline to Queen Victoria," *Journal of British Studies*, 32, no. 4 (1993): 396–432.

22. Discussed briefly in "Memoir of Gregory Watt. Son of the Great Engineer," by James Patrick Muirhead, ms in the James Watt Papers, Birmingham Public Library.

23. Thomas Mortimer, *Everyman His Own Broker: or, A Guide to Exchange-Alley*, London, 1775.

24. David Cressy, "Literacy in Context: Meaning and Measurement in Early Modern England," in John Brewer and Roy Porter, eds., *Consumption and the World of Goods*, New York, Routledge, 1993, pp. 314–15, diagram 17.3. But Cressy doubts that there was an "industrial revolution." For the periodicals see Eliza Haywood's *The Female Spectator* of the 1740s and *The Ladies' Diary*, and see F. Algarotti, *Sir Isaac Newton's Philosophy Explained for the Use of Ladies*, London, 1739.

25. Cited in *The Cultural Meaning of the Scientific Revolution*, pp. 232–33; from Bristol Record Office, Bright MSS, 11168(3), 15 Nov. 1790.

26. Boulton and Watt MSS, BPL, Boulton to Count Wassilieff, 19 March 1806. And see AN, Paris F17 1344/1, Prof Vivalieu [?] from the Allier department: "Ici il sera impossible de suppleir par des figures au defaut de Machines, d'Appareils, de produits de la nature et de l'art, de drogues de toute . . . les descriptions verbales sont bien insuffisantes dans les sciences où l'on ne l'instruit pour ainsi dire que par une manipulation continuelle." Cf. AN, F17 1344/1 Prof. Derrien from Dept. du Finistère on being reduced to teaching theory; in same book see the report from Verdun for Desaguliers.

27. See James Watt Papers, BPL, C4/C6 for a printed copy of its Rules and Regulations dated April 1793 with a list of members.

28. Manchester College Library, Oxford, Truro MSS, MB to Wilson, 10 Feb. 1788.

29. This source remains basic: Nicolas Hans, *New Trends in Education in the Eighteenth Century*, London, Heinemann, 1951. See also AN, Paris F17 1344/1 for complaints in the 1790s on the lack of mathematical knowledge on the part of students as young as 15 and as old as 40.

30. See John Money, "Teaching in the market-place or 'Caesar adsum jam forte: Pompey aderat': the retailing of knowledge in provincial England during the eighteenth century," in John Brewer and Roy Porter, eds., *Consumption and the World of Goods*, New York, Routledge, 1993, p. 338; and Diana Harding, "Mathematics and Science Education in Eighteenth-Century Northamptonshire," *History of Education*, 1 (1972): 139–59, showing that by 1729 mechanics was being taught to second-year students who for the most part would have been 17; by the 1730s mechanical apparatus was used in some schools.

31. James Watt Papers, Birmingham City Library, LB/1, to James Watt, Jr., 1785.

32. Ibid., LB/1, letters to James Watt, Jr., 3 March 1785 and 3 March 1785.

33. Alan Smith, " 'Engines Moved by Fire and Water.' The Contributions of Fellows of the Royal Society to the Development of Steam Power," summary of paper in *The Newcomen Society for the Study of the History of Engineering and Technology. Transactions*, 63 (1991–92): pp. 229–30; see also Barbara Smith, ed., *Truth, Liberty, and Religion. Essays Celebrating Two Hundred Years of Manchester College*, Manchester College,

Oxford, 1986; in particular, see Jean Raymond and John Pickstone, "The Natural Sciences and the Learning of English Unitarians: an Exploration of the Role of Manchester College," pp. 127–64. One such academy at Spitalfields is currently being studied by Larry Stewart.

34. Birmingham Public Library, U.K., Watt MSS, MIV/14/1, a notebook entitled "Mechanic Principles" in the hand of John Watt.

35. Bristol Record Office, White MSS, no.08158, 73–81ff. It is worth noting that visiting French engineers in 1789–90 who observed carpenters and rope makers believed them to work better by virtue of their education and "national character." They also observed (8f.): "Nous avons adopté en France, l'usage des Entreprises qui quoi qu'il ait de grands inconveniens, offre néanmoins de grands avantages, capables de faire pencher la balance en faveur de ce sistême; mais nous ne tirons pas dans tous nos ports un égal parti de cette forme de service. Ordinairement les Entreprises sont faites par du Contre-maître ou du constructeurs du Commerce. Delors les ouvriers travaillent à la journée, et n'ont point ce stimulant qui les porterait à developper plus de zèle et d'intelligence." This comment appears in MS 1899, L'Ecole les Ponts et Chaussés, Paris, Mémoire de M.M. Forfait et Lescallier ... sur La Marine pendant leur Séjour en Angleterre." Note they also comment at length on new inventions for pumps and pulleys seen in their English travels, 26–7f. In this same manuscript they dwell on the superiority of English and Dutch rope-making (37–39ff.).

36. For the most radical of these and their curriculum, which in science differed not at all from the others, see Ruth Watts, "Revolution and Reaction: 'Unitarian' academies, 1780–1800," *History of Education*, 20 (1991): 307–23.

37. *Lectures*, "Address to my Pupils," n.p.

38. Preface.

39. G. Gregory, *The Economy of Nature Explained and Illustrated on the Principles of Modern Philosophy*, London, 1804, 3 vols; vol. I, p. viii. Gregory was largely self-educated.

40. See note 10.

41. See their letters to James Watt and James Watt, Jr., in James Watt Papers, Birmingham City Library, C6/1/9; January 11, 1811, R. E. to J. W.; C6/1/37 M. E. to J. W. Oct. 1, 1811; C6/2/96, R. E. to J. W., 7 August 1813; C6/10 J.W., Jr., to M. E. 21 May 1820 (she is in Paris). And see hers of Jan. 1820 to J. W., Jr., C6/10. For a somewhat heavyhanded account of Maria and Richard Edgeworth see Elizabeth Kowaleski-Wallace, *Their Fathers' Daughters. Hannah More, Maria Edgeworth and Patriarchal Complicity*, New York, Oxford University Press, 1991, pp. 95–101, 144–45.

42. JWP, BPL, C6/2/96, 7 August 1813 to James Watt.

43. Fitzwilliam Musuem, Cambridge, Strutt MS 48–1947; letter of 1808.

44. Royal Society, London, MSS C.P. 18, item 8, 66–80ff. Cf. Christine MacLeod, *Inventing the Industrial Revolution. The English Patent System, 1660–1800*, Cambridge, Cambridge University Press, 1988, pp. 159–60.

45. Richard Biernacki, *The Fabrication of Labor in Germany and Britain, 1640–1914*, Berkeley, University of California Press, 1995, pp. 222–23; cf. Richard Olson, *The Emergence of the Social Sciences, 1642–1792*, New York, Twayne, 1993, chap. 5.

46. P. Langford, *Public Life...*, p. 71. And for how science played into the seventeenth-century interests of the propertied, see James R. Jacob, "The Political Economy of Science in Seventeenth-Century England," in Margaret C. Jacob, ed., *The Politics of Western Science, 1640–1990*, Atlantic Highlands, N.J., Humanities Press, 1994, pp. 19–46.

47. *A Course of Experimental Philosophy*, London, 1744, vol. II, pp. 530–31. A French student engineer in 1791 when writing a treatise on the steam engine began his discussion: "on sait que la Vapeur et de l'eau bouillante, suivant les experiences du docteur Desaguliers est 14000 fois plus rare que l'eau." L'Ecole des Ponts et Chaussées, Paris [EPNC], Ms. 100 by M. Fay, student, 1791.

48. Stanley Chapman, *Merchant Enterprise in Britain. From the Industrial Revolution to World War I*, Cambridge, Cambridge University Press, 1992, pp. 58–68.

49. For Parliament and improvement see P. Langford, *Public Life . . .*, pp. 139–43. See Manchester College, Oxford, exam papers, 1823, for political philosophy among Dissenters. Dissenters could not, however, sit in Parliament.

50. The quotation is from a report and address given by Thomas Barnes, D.D. "On the Affinity subsisting and extending Manufactures, by encouraging those Arts on which Manufactures principally depend," *Memoirs of the Literary and Philosophical Society of Manchester*, vol. I, Warrington, 1785, pp. 72 et. seq.

51. Boulton and Watt MSS, BPL, Russian Mint/2 L. Copy MB to Count Woronzow, 11 August 1799. Soho was their Birmingham factory.

52. Quoted in William Chapman, *Address to the Subscribers to the Canal from Carlisle to Fisher's Cross*, Newcastle, 1823, pp. 2–3,7.

53. See L. Mulligan, "Self-Scruting and the Study of Nature . . . ," *Journal of British Studies*, 35 (1996): 311–42.

الفصل السادس

1. JWP, BPL, LB/1 Watt to Robison, 10/30 1783: "I am almost unknown except among a *very few* men of science. . . ."

2. Eric Hopkins, "Boulton before Watt: The Earlier Career Re-considered," *Midland History*, ix (1984): 43–58. For background see Leonore Davidoff and Catherine Hall, *Family Fortunes. Men and Women of the English Middle Class, 1780–1850*, London, Hutchinson, 1987, pp. 247–52. It is not the case that Watt Jr. served no apprenticeship. He worked with Manchester manufacturers but did not last long with them.

3. JWP, BPL, 6/46; list of his tools in a letter to his father, from London, 19 June 1756. In 1784 when he advised a friend what her son needed to know to become an engineer, he put drawing first, then geometry, algebra, arithmetic, the elements of mechanics; see same collection, Letter Book, 30 May 1784 (last name not given).

4. These details are drawn from that report; JWP, BPL, 4/53, 11 April 1775, Committee on . . . Mr. Watt's Engine Bill. On why he chose to go before Parliament, see Christine MacLeod, *Inventing the Industrial Revolution. The English Patent System, 1660–1800*, New York, Cambridge University Press, 1988, p. 73.

5. JWP, BPL, 4/76, Edinburgh, 13 March 1775, Cochrane to Watt. See also James Hutton to Watt in 1774 on approaching Parliament: "your friends are trying to do something for you what success will attend their endeavours time only will show—every application for publick employment is considered as a job and to be carried into execution requires nothing but a passage thro the proper channels; it is then a well digested plan; the honestest endeavour must to succeed put on the face of roguery but what signifies the dress of a rogue unless you have the address of a wise man; come and lick some great mans arse and be damned to you." And see John Gascoigne, *Joseph Banks and the English Enlightenment. Useful Knowledge and Polite Culture*, New York, Cambridge University Press, 1994, pp. 211–12.

6. JWP, BPL, W/6, see for example letter of 13 March 1791, Manchester, from James Watt, Jr., to his father on orders of his engine and competitors at work in the town. See MS C2/10 item 3 list of all Watt engines at work in Manchester in 1797.

7. AN, Paris, Marine G 110, dossier 1 and 2; ff.146–201; including a list of 1778 from Boulton and Watt on all the engines installed in Britain to date (27 on this list).

8. Boulton and Watt Papers, BPL, James to Annie Watt, from House of Commons, 3 April 1792.

9. Boulton and Watt MSS, BPL, MII/4/4/28, James to Annie, 28 Feb. 1792.

10. JWP, BPL, LB/1, May 1782 Watt to Wedgwood.

11. JWP, BPL, W/6, James Watt, Jr., to his father, 19 April 1791, Manchester: "I am extremely concerned to see by your letter . . . the low state of spirits that your late misfortunes in business have thrown you into. I wish you could treat them with more indifference and rather look forward to future prospects, than suffer your mind to be depressed by reflecting on the past." As early as 1762 Watt suffers from depression as a letter from his fiancee, Margaret Miller, shows (MS 4/4, 1762, signed "Miss Millar").

12. JWP, LB/1 11 July 1782 Watt to Wedgwood.

13. JWP, MS L/B1, Watt to de Luc, 8 Oct. 1786.

14. Ibid., James Jr. to James Watt, 19 April 1791.

15. JWP, BPL, James to his father in Scotland, 12 June 1755 arrives in York ("thank God") and visits the Cathedral; the one in Durham "Magnificent"; "ridiculous manner of worship of Prebends and canons" who were laughing at the time they "were addressing the most high." He is quite shocked. He likes England but thinks the people are "very sharp."

16. Papers of Matthew Boulton, BPL, Box 357, 1 Sept. 1777, Annie Watt to Mrs. Boulton; Annie to Matthew Boulton on Watt's depression, 15 April 1781.

17. JWP, MS 4/4, 1767. His wife, Margaret Miller, is pregnant with their first son.

18. JWP MS, BPL, James Watt to his father, 21 July 1755, "my hand is shaking after working." On the life of the London apprentice see Peter Earle, *The Making of the English Middle Class. Business, Society and Family Life in London, 1660–1730*, London, Methuen, 1989, pp. 100–105.

19. The preceding and following paragraphs draw details from JWP, BPL, MS 4/11 letters to father, 1754–74, October 1756, James now back in Glasgow; has got some instruments from Jamacia. He is getting mail at the College. Young Watt is working on the foundations of the observatory. The uncle, John, is in straights for money and had to draw from a bank. Sorry to hear that his brother Jockey has not got employment, 9 Jan. 1758: "you should not give any fee with him as one of his age that understands bookkeeping ought rather to be getting." See letter of 31 May 1758; Jockey wants to go abroad after he has served his time, "a foolish notion" James tells their father. See bill of 1762 detailing Watt's debts to his father. See MS C4/A7 for his father's account books for 1748–49. On the slow development of banking among the middling sorts see Leonore Davidoff and Catherine Hall, *Family Fortunes*, pp. 245–46.

20. JWP, BPL, 3/69, report dated 1774 to the Lords of the Police for Scotland.

21. JWP, MS 4/11, letter of 8 October 1765 to his father; MS C1/15 correspondence with Lind on his electrial machine.

22. JWP, BPL, MS 3/18, letter of 16 Feb. 1782 to Boulton: "I am certain that with proper loads such an engine can easily make 30 strokes per minute when not impeded by vis inertia or gravity."

23. JWP, MS 3/18 to Boulton 9 Feb. 1782, on a competitor: "as his theories are all abstract and run only on the commonly known properties of steam as an elastic fluid I cannot conceive anything wherein he can surpass us particularly as he seems to be greatly divested of geometrical principles." Then follows a long mechanical discussion. See MS 3/69, his report dated 1774 where he has used trigonometry to try to estimate the volume of Lough Ness.

24. JWP, BPL, Letter Book, 30 Oct. 1783 to Mr. Robison.

25. JWP, W/5, Watt letter to Black, no date but probably 1780, "he [the French spy Magellan] made many enquirys about your latent heat, which I answered in so far as was expedient—he wants to know when you invented it I answered I could not tell but that you taught it before the year 1763."

26. JWP, MS 6/14, Annie Watt to Gregory Watt, 27 April 1793. See the university notes kept by Gregory MS 6/3; translations from the Greek; speeches against superstition and barbarism.

27. Quoted in A. E. Musson and Eric Robinson, *Science and Technology in the Industrial Revolution*, pp. 210–11, Boulton to his son, 1787.

28. Boulton and Watt MSS, BPL, London, 1 Feb. 1792.

29. JWP, BPL, Letter Book Nov. 30 [1783] to Mr De Luc.

30. JWP, Gregory's exercise book, C4/C18A.

31. For the survival of revolutionary sentiments see the superb essay by Kathleen Wilson, "A Dissident Legacy: Eighteenth Century Popular Politics and the Glorious Revolution," in J. R. Jones, ed., *Liberty Secured? Britain Before and After 1688*, Stanford, Calif., Stanford University Press, 1992, pp. 299–334.

32. JWP, BPL, LB/1, Watt to James Jr., 16 Jan. 1784.

33. JWP, C1/20 letter of 8 July 1791, a draft letter written just six days before the Birmingham riots. For the hint of a class element in the riots see P. Langford, *Public Life*. . ., p. 245.

34. Boulton and Watt MSS, BPL, MII/4/4/10, March 1792, James to Annie. On the slave traders same folder, letter of 30 March 1792.

35. Ibid., MII/4/4/27, James to Annie, 26 April 1792.

36. Boulton and Watt MSS, MII/4/4/1–51; letter from Watt to Annie, 10 Nov. 1792; see letter of Nov. 5 on the retribution of divine justice.

37. JWP, MS 6/14 20 Nov. 1794 Annie Watt to Gregory; same to same, late 1794 on burning in effigy of Thomas Paine.

38. JWP, C2/12, Gregory to James Watt, Jr., 3 August 1802.

39. JWP, BPL, W/6, 7 July 1791, Manchester, James Watt, Jr., to his father: "Upon a revision of the motives which gave rise to my journey to Scotland [to see his sister], I cannot find any thing deserving of the severe reprehension you bestow upon it, and although deeply hurt by the severity of your remarks. . . ."

40. JWP, MS LB/2, 25 April 1791, to Peggy; LB, 30 May 1784 on Peggy as dull.

41. JWP, MS W/6, Nantes, 17 Oct. 1792, James Jr. to his father.

42. JWP, BPL, James Watt, Jr., private letter book; letter to Cooper no date on the machine set in motion; 16 Sept. 1794 to Stephen Delesart [?], on the revolution.

43. JWP, MS W/6, James Jr. to his father, from Naples, 8 May 1793. Cf. John Money, *Experience and Identity. Birmingham and the West Midlands, 1760–1800*, Montreal, Mc-Gill-Queen's University Press, 1977, chap. 9.

44. For background see Ian R. Christie, *Riots and Revolutions. Britain, 1760–1815*, Cambridge, Mass., Harvard University Press, 1982, pp. 215–29.

45. JWP, BPL, MS 4/11. Letter in 1766; at the time they are selling flutes. On the rediscovery of women's role in enterprise see Davidoff and Hall, *op. cit.*, p. 279.

46. See the moving letters in JWP, MS 6/14; 24 Feb. 1795 on living to improve.

47. On James Jr.'s education see chap. 5 in A. E. Musson and Eric Robinson, *Science and Technology in the First Industrial Revolution* (1969), reprinted, New York, Gordon and Breach, 1989.

48. JWP, W/6 James Jr. to father, 5 Nov. 1793 writing from France.

49. On the Oberkampfs see Serge Chassagne, *Le Coton et ses patrons. France, 1760–1840*, Paris, Éditions de l'école des hautes études en sciences sociales, 1991, and particularly p. 369 for the delay in implementing steam in cotton manufacturing throughout France. His manuscript instructions to his son are at the Archives nationales, Paris, 44 AQ 1 (93 M 1); "Regles generales pour la conduite du commerçant" wherein the date 1780 appears.

50. Boulton and Watt Papers, BPL, James to Annie Watt, 6 April 1792.

51. See Max Weber, *The Protestant Ethic and the Spirit of Capitalism*, New York, Scribner, 1953 [originally published in German in 1904].

52. JWP, MS 4/76, James Hutton to Watt, dated only 1774.

53. See Margaret C. Jacob, "The Materialist World of Pornography," in Lynn Hunt, ed., *The Invention of Pornography. Obscenity and the Origins of Modernity*, New York, Zone Books, 1994, pp. 157–202.

54. JWP, MS C2/2, list of books and prints bought in France.

55. Boulton and Watt Papers, BPL, MI/6/9, for a list.

56. For Gregory see JWP, MS C2/15, which also provides a good account of Watt's total assets in 1804; for Watt himself see MI/6/12, dated 7 July 1819.

57. Jan Golinski, *Science as Public Culture. Chemistry and Enlightenment in Britain, 1760–1820*, New York, Cambridge University Press, 1992, pp. 176–94.

58. See "William Strutt—A Memoir," a typescript, Derby Local Library, no. 3542, p. 60; and Fitzwilliam Library, Cambridge, Strutt MS 48-1947.

59. J. Gascoigne, *op. cit.*, p. 245. For Watt Jr. and the Manchester club see JWP, MS W/6, his letter to his father, Paris, 22 April 1792. For political troubles in the Lunar Society see JWP, L/B 1, Watt to Dr. Black, 23 Nov. 1791.

60. JWP, LB/1, Watt to James Jr., 13 March 1785, advising him to never lose sight of the "Christian precept do unto others as you would have them do unto you. I am your true friend."

الفصل السابع

1. *A Collection of Dissertations Issued by Dutch Universities ... Leiden, Utrecht, Groningen, Hardewijk*, 42 theses in all housed in the Rare Book Room, Van Pelt Library, University of Pennsylvania, Philadelphia.

2. Ester Boserup, *Population and Technology*, Oxford, Blackwell, 1981, p. 4. For a popular text that does now at least acknowledge the need for education, see Simón Teitel, *Industrial and Technological Development*, published by the Inter-American Development Bank, distributed by Johns Hopkins University Press, Washington, D.C., 1993, pp. 241–43.

3. Shelby T. McCloy, *French Inventions of the Eighteenth Century*, Lexington, University of Kentucky Press, 1952, p. 13.

4. British Library, London, MSS ADD. 33, 564, diary of Samuel Bentham while in Russia, fol. 21. The machine shown was for driving piles. For a much more comprehensive treatment of Russian science than is possible here, see Valentin Boss, *Newton and Russia: The Early Influence, 1698–1796*, Cambridge, Mass., Harvard University Press, 1972.

5. D. S. L. Cardwell, *The Organization of Science in England*, London, Heinemann, 1972, pp. 17–18.

6. For a sophisticated statement of the lead, see G. Timmons, "Education and Technology in the Industrial Revolution," *History of Technology*, 8 (1983): 135–49. For a clear statement of how the "new" economic history discounts the entrepreneur, see Clive Trebilcock, *The Industrialization of the Continental Powers, 1780–1914*, London, Longman, 1981, p. 141; cf. pp. 63–65 on the critically important role of science and technology to late nineteenth-century German industrial development.

7. The John Rylands Library, Manchester, ENG MSS 1110, to Josiah Wedgwood from Prof. Pictet, Geneva, November 28, 1787.

8. Siegfried Giedion, *Mechanization Takes Command*, New York, Norton, 1969, p. 35. For a balanced account of Vaucanson, see Charles C. Gillespie, *Science and Polity in France at the End of the Old Regime*, Princeton: Princeton University Press, 1980, pp. 414–17.

9. D. Todericiu, "Jean Hellot (1685–1766), savant chimiste, fondateur de la technologie chimique en France au XVIIIe siècle," *Comptes rendus du Congres National des Societés Savants*, Caen, 1980, pp. 201–11.

10. Abbé Nollet, *Leçons de Physique experimentale*, Amsterdam and Leipzig, 1754, vol. 1, preface, pp. xxii–xxv.

11. Ibid., vol. 1, p. 44.

12. Ibid., vol. 3, pp. 1–5.

13. L. W. B. Brockliss, "Aristotle, Descartes and the New Science: Natural Philosophy at the University of Paris, 1600–1740," *Annals of Science*, 38 (1981): 57–58, 67–68; cf. for a good general discussion, Henry Guerlac, *Newton on the Continent*, Ithaca, N.Y., Cornell University Press, 1981.

14. L. W. B. Brockliss, *French Higher Education in the Seventeenth and Eighteenth Centuries*, Oxford, Clarendon Press, 1987, pp. 353–58, 376–80, 366 for the quotation. There was still, however, a strong emphasis on mathematical skills in university courses. The French colleges are the nearest equivalent to the Dissenting academies. In the year XI, the first *Bulletin de la société pour l'industrie nationale*, Paris, p. 179, complained that "on s'est peu occupé en France de technologie, et jamais cette étude n'a fait partie de l'instruction publique." Supplied by Jeff Horn.

15. R. R. Palmer, "The Central Schools of the First French Republic: A Statistical Survey," in *The Making of Frenchmen: Current Directions in the History of Education in France, 1679–1979*, Donald N. Baker and Patrick J. Harrigan, eds.; a special issue of *Historical Reflections*, vol. 7, Waterloo, Can., Historical Reflections Press, 1980, pp. 230–31. For the *ancien regime* he is relying on the figures of Taton; in the 1790s adults, both men and women, began to seek education in physics, and these schools had pupils ranging from age 15 to 30. By this time the courses in physics and mechanics are remarkably uniform and employ the textbooks of Brisson, Nollet, and Chaptal or Fourcroy in chemistry. Where there were no machines professors drew descriptions of them and

they sometimes indicated their application in manufacturing; see AN, Paris, 17 1344/1, the entire box. In year 7 Brisson was teaching 200 students; most of the other 800 (approx.) respondents are teaching about 25 to 40; we will take 30 as the average.

16. The John Rylands Library, Manchester, ENG MS 724, John Walsh's Diary, "Journey to France, 1772," entry for June 17; entry for June 18 on instruments.

17. Shelby J. McCloy, *French Inventions of the Eighteenth Century*, Lexington, University of Kentucky Press, 1952, pp. 30–31, 112–13.

18. R. Rappaport, "Government Patronage of Science in Eighteenth Century France," *History of Science*, 8 (1969): 119–36.

19. James E. McClellan, "Un Manuscrit inedit de Condorcet: Sur l'utilité des académies," *Revue d'histoire des sciences*, 30 (1977): 247–48; cf. Keith Baker, *Condorcet*, Chicago, University of Chicago Press, 1975, pp. 2–28, 401. For science in eighteenth-century Spain, see David Goodman, "Science and the Clergy in the Spanish Enlightenment," *History of Science*, 21 (1983): 111–40.

20. James McClellan III, *Science Reorganized*, pp. 9–10.

21. Heilbron, *Electricity*, pp. 115–17.

22. Daniel Roche, *Le Siècle des lumières en Province*, Paris, Mouton, 1978, vol. 1, p. 329.

23. Dorinda Outram, "The Ordeal of Vocation: The Paris Academy of Sciences and the Terror, 1793–95," *History of Science*, 21 (1983): 254–55.

24. Library of the University, Strasbourg, MS 1432, 1785; cf. Margaret C. Jacob, *Living the Enlightenment. Freemasonry and Politics in Eighteenth Century Europe*, New York, Oxford University Press, 1991, pp. 199–202.

25. John Hubbel Weiss, *The Making of Technological Man: The Social Origins of French Engineering Education*, Cambridge, Mass., MIT Press, 1982, pp. 13–24.

26. Jean Dhombres, "L'enseignement des mathématiques par la 'methode révolutionnaire.' Les leçons de Laplace à l'Ecole normale de l'an III," *Revue d'histoire des sciences*, 33 (1980): 315–48.

27. Janis Langins, "Sur la première organisation de l'Ecole polytechnique. Texte de arreté du 6 frimaire an III," *Revue d'histoire dessciences*, 33 (1980): 289–313.

28. Denis Diderot, *Oeuvres completes*, Paris, 1875, vol. 3: "Plan d'une université pour le gouvernement de Russie," p. 429, for "leur mère commune et leur infatigable ennemie"; and p. 457.

29. Charles C. Gillespie, *Science and Polity in France at the End of the Old Regime*, Princeton, Princeton University Press, 1980, p. 90.

30. R. Rappaport, "Government Patronage of Science in 18th Century France," *History of Science*, 8 (1969): 119–36.

31. C. Stewart Gillmore, *Coulomb and the Evolution of Physics and Engineering in Eighteenth Century France*, Princeton, Princeton University Press, 1971, pp. 12–14. In The Netherlands, too, military engineering was much more highly developed than was civil; see Harry Lintsen, *Ingenieurs in Nederland in der negentiende eeuw*, The Hague, Nijhoff, 1980, pp. 23–28. For a good illustration of the French "style" of scientific inquiry versus the British, see Richard Gillespie, "Ballooning in France and Britain, 1783–1786," *Isis*, 75 (1984): 249–68.

32. See the student notebooks of Eleuthère Irénée du Pont (b. 1771), Hagley Museum and Library, Delaware, Longwood MSS, Series B Box 10, course notes taken at the Collège Royal in the period 1784–89, on natural history, physics, pneumatics,

botany, and notes from books by Desaguliers, Nollet, and Franklin; lesson of 5 Feb. 1789 on simple and complex pumps; copy book for 1787 on specific gravity of water and gravity in general. Compare M. Sigorgne, de la Maison & Société de Sorbonne, Professeur de Philosophie en l'Université de Paris, *Institutions Newtoniennes, ou introduction a la philosophie de M. Newton*, Paris, 1747, with this later text, which illustrates the change that occurred in the next half century: Mathurin-Jacques Brisson, *Traité élémentaire, ou principes de physique*, Paris, An VIII, p. v: "Cet ouvrage, qui est destiné à la jeunesse de l'un et l'autre sexe, comprend toutes les questions relatives à la Physique. . . ." It is complete with illustrations that could have been out of Desaguliers, and it made physics and mechanics accessible to any highly literate reader.

33. Jacques Payen, *Capital et machine à vapeur au xviiie siècle. Les frères Périer et l'introduction en France de la machine à vapeur de Watt*, Paris, Mouton & Co., 1969, p. 129.

34. On the French engineering corps see Anne Blanchard, *Les ingénieurs du "roy" de Louis XIV à Louis XVI*, Montpellier, l'Université Paul-Valéry, 1979, pp. 182–94; note the absence of any machinery or mechanical instrumentation in the description of the curriculum in mathematics, mechanics, and hydraulics. Note also (p. 236) the increasingly noble character of engineering corps after 1748. She builds on and confirms the work of Roger Chartier, "Un recrutement scolaire au xviiie siècle. L'ecole royale du génie de Mézières," *Revue d'Histoire Moderne et Contemporaine*, 20 (1973): 353–75.

35. Margaret Bradley, "Engineers as Military Spies? French Engineers Come to Britain, 1780–1790," *Annals of Science* 49, no.2 (March 1992): 137–61.

36. Blanchard, *op. cit.*, pp. 289–311.

37. Blanchard, *op. cit.*, pp. 453–61, p. 465.

38. Richard L. Gawthrop, *Pietism and the Making of Eighteenth-Century Prussia*, Cambridge, Cambridge University Press, 1993, pp. 55–57.

39. James Watt Papers, BPL, MS W/6, James Watt, Jr., to his father, Naples, 15 Jan. 1793.

40. G. Vanpaemel, "Rohault's *Traité de Physique* and the Teaching of Cartesian Physics," *Janus*, 71–74 (1984): 31–40. See also by the same author, *Echo's van een wetenschappelijke revolutie. De mechanistische natuurwetenschap aan de Leuvense Arsesfaculteit (1650–1797)*, Brussels, Verhandelingen van de Koninklijke Academie voor Wetenschappen, Letteren en Schone Kunsten van België, 1986.

41. A. Rupert Hall, "Further Newton Correspondence," *Notes and Records of the Royal Society of London*, 37, no. 1 (1982): p.32. I owe the point about Pitcairne to Anita Guerrini.

42. J. L. Heilbron, *Electricity in the Seventeenth and Eighteenth Centuries: A Study of Early Modern Physics*, Berkeley, University of California Press, 1979, p. 142. On decline in the Dutch universities, see also J. Israel, *The Dutch Republic*, pp. 1050–51.

43. Heibron, *Electricity*, p. 26.

44. J. T. Desaguliers, *De Natuurkunde uit Ondervindingen*, Amsterdam, Isaak Tirion, 1751; first edition, 1736. Cf. Edward G. Ruestow, *Physics at Seventeenth and Eighteenth Century Leiden: Philosophy and the New Science in the University*, The Hague, Nijhoff, 1973, pp. 143–44; cf. C. de Pater, *Petrus van Musschenbroek (1692–1761) een Newtonians natuuronderzoeken*, Utrecht, Elinkwijk, 1979.

45. See D. van der Pole, "De introductie van de Stoommachine in Nederland," in J. de Vries, ed., *Ondernemende Geschiedenis*, The Hague, 1977.

46. Royal Library, The Hague, MS 128 B. 3., s'Gravesande MSS. Cf. J. N. S. Allamand, *Catalogus van eene aanzienlijke Verzameling van allerleije . . . Instrumenten*, Amsterdam, 1788, which includes a list of s'Gravesande's instruments, among them copies of windmills and water mills, electrical devices, etc.

47. Royal Society, MS 702, e.g., s'Gravesande, Justus van Effen, Sallengre, St. Hyacinthe, William Bentinck. On Sallengre and Newton, see A. Rupert Hall, "Further Newton Correspondence," p. 26.

48. University Library, Leiden, Marchand MS 2, 15, 7, *bre*, 1723, from Surinam; Jac. de Roubain to P. Marchand: "Vous pourrez en etre plus particulièrement informée le plan que j'ai ici joint, et si vous vouliez abjurer le Newtonnisme je suis aussi puis d'abjurer le Carthesianisme."

49. A. C. de Hoog, "Some Currents of Thought in Dutch Natural Philosophy," Ph.D. dissertation, Oxford University, 1974, p. 295. On Fahrenheit, see University Library, Leiden, MS BPL 772; and Pieter van der Star, ed. and trans., *Fahrenheit's Letters to Leibniz and Boerhaave*, Amsterdam, Rodopi, 1983, p. 13.

50. Harry Lintsen and Rik Steenaard, "Steam and Polders. Belgium and The Netherlands, 1790–1850," *Tractrix. Yearbook for History of Science, Medicine, Technology and Mathematics*, 3 (1991): 122–26. These authors favor purely economic explanations. For a count of French engines see AN, F12 2200, memoir dated 8 April 1817.

51. For a detailed description of factories in Gouda, Amsterdam, Haarlem (poor houses particularly), Schiedam, Utrecht, Zaandam, making paper, biscuits, refining salt (seasonal, run by women), camphor, purifying borax, grinding corn, making pipes (one factory making over 5 million white clay pipes a year), bricks, etc., complete with drawings see L'Ecole des Ponts et Chaussées, Paris, MS 3013 (2), Sganzin, a French engineer, whose reports from 1795, approx. 100 ff. include conversations with Dutch engineers. Men, women, and children can be found working in most of these factories. On the polders and windmills see the folder labeled "extrait du voyage . . . machines à epuiser." Note that invariably the French engineers regarded the Dutch as "industrious" and the Belgians as "careless." See AN, Paris, F12 508 for a list of every *fabrique* and windmill for water in the country in 1810.

52. For more detail see Margaret C. Jacob, *The Cultural Meaning*, pp. 189–92. For a typical philosophical society in the Republic at this time see M. J. van Lieburg, *Het Bataafsch Genootschap der Proefondervindelijke Wijsbegeerte te Rotterdam 1769–1984; een bibliografisch en documenterend overzicht* in *Nieuwe Nederlandse Bijdragen tot de Geschiedenis der Geneeskunde en Natuurwetenschappen*, vol. xviii, Amsterdam, 1985. On the division of opinion on the merits of mechanization, see the essays submitted to the Hollandsche Maatschappij der Wetenschappen, Haarlem, for 1827 and 1837, folder #370, found in the archives of the society in Haarlem.

53. Archives générales du Royaume, Brussels, Conseil privé, MS 1097 B, Vincent Mousset described as an engineer and mechanician.

54. Birmingham City Library, Birmingham, U.K., Boulton and Watt MSS, Box 36/17 J.D.H. van Liender to Watt, 21 Oct. 1790. Dutch scientific education discussed in greater detail in Margaret C. Jacob, *The Cultural Meaning*. . ., McGraw-Hill, 1988, chap. 6. See also I. Inkster, "The Public Lecture as an Instrument of Science Education for Adults—The Case of Great Britain, c. 1750–1850," *Paedogogica historica*, 20 (1981): 80–112, and see note 4. For an engine bought by the province of Utrecht for drainage see description in ENPC, Paris, MS 3013 (1), loose page with drawing. In a letter to Watt in May 1786 Van Liender describes how Dutch patenting works.

55. Provincial Archives, Middleburg, on the various efforts made in fits and starts, see archives of Zeeuwsch Genootschap der Wetenschappen, 1769–1969, for 1782, prize essay of October 1806 by T. Speleveld, 1809 on the commission, 1815 another commission, new harbor of 1817, etc. On one of the key engineers of the period, Jan Blanken, see R. M. Haubourdin, ***Inventaris van Kaarten, tekeningen en modellen van de waterbouwkundige ingeniers***, The Hague, 1984.

56. C. A. Davids, ***Zeewezen en wetenschap: De wetenschap en de ontwikkeling van de navigatie techniek in Nederland tussen 1585 en 1815***, Amsterdam, 1986. For the commercial ideology of one of its spokesmen, see Wyger R. E. Velema, ***Enlightenment and Conservatism in the Dutch Republic. The Political Thought of Elie Luzac (1721–96)***, Maastricht, Van Gorcum, 1993, pp. 124–32.

57. Middleburg, Gemeente Archief, Register ten Rade, deel 2, f.365.

58. Rijksarchief, Arnhem, MSS of the Academy of Harderwijk, nos. 154, 153, 155, 156, 157, 141.

59. Rijksarchief, Arnhem, MSS of J. van Leeuwen, nos. 5 and 6; note praise of Freemasons (no. 6, fol. 10 ff.).

60. Willem Frijhoff, "Deventer en zijn gemiste universiteit, Het Athenaeum, in de sociaal-culturele geschiedenis van Overijssel," ***Vereeniging tot Beoefening van Overijsselsch regt en geschiednis, Verslagen en Mededeelingen***, 97 (1982): 71.

61. Thomas Schwenke, ***Noodig bericht over de Inventinge der Kinderpokjes***, The Hague, 1756, p. 15; he was able to inoculate only 41 prominent citizens in a city of approximately 35,000.

62. Rijksarchiv Friesland, Leeuwarden, FA Van Sminia 1944a, diary of Hessel Vegelin van Claerbergen, see 41 f; et seq. for a rich portrait of Allamand.

63. Rijsarchiv Friesland, Leeuwarden, FA Van Sminia MS 1944a, 40–81 ff.

64. For example, by Phyllis Deane, "Industrial Revolution in Great Britain," in Carlo Cipolla, ed., ***The Emergence of Industrial Societies***, Hassocks, Sussex, Harvester Press, 1976, p. 177, where technological know-how in the Dutch republic (p. 174) is vastly exaggerated. For a good summary of the various and older Dutch contributions to this question, see J. G. van Dillen, "Omstandigheden en psychische factoren in de economische geschiedenis van Nederland," in ***Mensen en achtergronden***, Groningen, Wolters, 1964, pp. 53–79.

65. For a list of these societies, see J. H. Buursma, ***Nederlandse Geleerde Genootschappen opgericht in de 18deeuw***, The Hague, Discom, 1978; cf. James E. McClellan III, ***Science Reorganized: Scientific Societies in the Eighteenth Century***, New York: Columbia University Press, 1985, pp. 9–10.

66. For the transactions of this society, see ***Verhandelingen uitgegeeven door de Hollandse Maatschappij der Wetenschappen te Haarlem***, vol. 1 (1754) to vol. 11. Cf. MSS of the society, at its offices in Haarlem, "Notulen 1752–67"; see also R. J. Forbes, ed., ***Martinius van Marum, Life and Work***, Haarlem, Teyler's Museum, 1969; and J. A. Bierens de Haan, ***De Hollandsche Maatschappij den Wetenschappen, 1752–1952***, Groningen, Willink, 1977.

67. Anon., ***Aanspraak gedann aan de Goede Burgeren, die tot Welzyn van stad en land, op den 9 Augustus 1748, op den Cloveniers Doelen vergadert zyn geweest***, Amsterdam, 1748, p. 1: "de Konsten en Wetenschappen zyn onbeloond van ons gevlooden; de Koophandel is haare Stief-Vaders ontvlugt; de Fabriquen, die onuitputbaare Goudmynen der Volkeren, en waarop deeze STAAT met regt zig voormaals dorft beroemen, en waarop dezelve is gevest, zyn naar andere Natien overgegaan."

68. Marten G. Bruist, *At Spes non Fracta. Hope & Co. 1770–1815: Merchant Bankers and Diplomats at Work*, The Hague, Nijhoff, 1974, p. 9.

69. University Library, Amsterdam, MS. X.B.1, "Leçons de Physique de Mr le Prof. Koenig qu'il a donne à la Haye, 1751–52," 348 ff. These lectures were almost certainly for the circle around the Bentincks and the court, given the opening remarks and the use of French. On Koenig and du Châtelet see Keiko Kawashima, "Les idées scientifiques de Madame du Châtelet dans ses *Institutions de physique*," *Historia scientiarum*, 3 (1993): 63–69.

70. Royal Library, The Hague, MS 75. J. 63, "Leçons d'Arithmétique et d'Algebre a l'usage . . . Le Prince d'Orange," May 1759, fol. 34 ff.

71. See Giles Barber, "Aspects of the Booktrade Between England and the Low Countries in the 18th Century," *Documentatieblad werkgroep achttiende eeuw*, no. 34–35 (1977): 47–63; and Robert Schofield, *Mechanism and Materialism: British Natural Philosophy in an Age of Reason*, Princeton, Princeton University Press, 1970, pp. 137–40, on B. Nieuwentyt's *The Religious Philosopher* (1718–1719) and its many English editions; the translator was Desaguliers, who compared the author to John Ray and William Derham. Cf. de Hoog, "Dutch Natural Philosophy," p. 295 ff. on Nieuwentyt.

72. Rijksarchief in Gelderland, Familiearchief Van Eck 82; brought to my attention by Arianne Baggerman who along with Rudolf Dekker is doing an edition of the diary. Cf. Rudolf Dekker, *Uit de Schaduw in 't grote licht. Kinderen in egodocumenten van de Gouden Eeuw tot de Romantiek*, Amsterdam, WereldBibliotheek, 1995.

73. Simon Schama, *Patriots and Liberators: Revolution in the Netherlands, 1780–1813*, New York, Knop, 1977, p. 50.

74. Dr. William's Library, London, Wodrow-Kenrick correspondence, MS. 24. 157, fol. 41; dated 1760.

75. See MS of Concordia et Libertate, Gemeente Archief, Amsterdam, P.A.9.1–10.

76. For an Orangist society see A. J. J. Ph. Haas, "De Saturdagse Krans 1718–93. Een gezellige vereeniging van Amsterdamsche Regenten in de 18de eeuw," *Koninklijk Oudheidkundig genootschap Amsterdam*, 77 (1934–1935): 66–79.

77. I. K. van der Pols, "Early Steam Pumping Engines in the Netherlands," *Transactions of the Newcomen Society*, 46–47 (1973–1976): 13–16. See also Peter Mathias, "Skills and the Diffusion of Innovations from Britain in the Eighteenth Century," *Transactions of the Royal Historical Society*, 25 (1975): 99, where we also learn that Dutch artisans were prominent in technology transfer, but to Spain and Russia (p. 94). On use of the steam engine by the Austrian government, see M. Teich, "Diffusion of Steam-, Water-, and Air-Power to and from Slovakia During the 18th Century and the Problem of the Industrial Revolution," *Colloques Internationaux, Centre National de la Recherche Scientifique*, no. 538. On steam in the Republic, see also H. W. Lintsen, ed., *Techniek in Nederland. De wording van een moderne samenleving 1800–1890*, vol. 4, Zutphen, Walburg Pers, 1993, pp. 131–148.

78. *De Koopman*, 1 (1768): 40, 332–333.

79. Ibid., 4 (1773): 172.

80. See MSS of Felix Meritis, Gemeente Archief, Amsterdam, P.A. 59. 19.

81. Anon., *Redenvoering over het algemeen nut der Wetenschappen, fraaije letteren en konsten . . . Felix Meritis*, 1788; bound with J. H. van Swinden, *Redenvoering en aanspraak ter . . . inwijling van het gebouw der maatschappij Felix Meritis*, Amsterdam, 1789, pp. 29–30.

82. H. A. M. Snelders, "Het Department van natuurkunde van de Maatschappij van verdiensten Felix Meritis in het eerste kwart van zijn bestann," *Documentatieblad werkgroep achttiende eeuw*, 15 (1983): 200.

83. Benjamin Bosma, *Gronden der Natuurkunde*, Amsterdam, 1764. The edition of 1793 states the author's pride at having continued this tradition of lecturing for so many decades. Concordia et Libertate gave money to the radical reformers in 1748.

84. Benjamin Bosma, *Redenvoering over de Wijsbegeerte*, Amsterdam, 1767, and *Redenvoering over de Natuurkunde*, Amsterdam, 1762, pp. 5–8.

85. *Beknopte aanspraak, van den Heere Martinus Martens, uitgesprooken volgens jaarlykse gewoonte op den 6 Februari 1741*, Amsterdam, 1741, pp. 6, 12, 15, 17.

86. *Korte Beschrijving van de samenstelling en werking der Vuur of Stoommachine volg. Watt en Boulton. Met het rapport van J. H. van Swinden en C. H. Damen daarover*, 1789; University of Amsterdam, Library, sign 473.A 13. Cf. H. A. M. Snelders, "Lambertus Bicker (1732–1801), An Early Adherent of Lavoisier in the Netherlands," *Janus*, 67 (1980): 104–22n. For another example of the link between industrial interests and the *patriotten* movement, see C. Elderink, *Een Twentsch Fabriqueur van de achttiende eeuw*, Hengelo: Brockhuis, 1977, pp. 73–74.

87. On the Athenaeum, see *Gedenkboek van het Athenaeum en de Universiteit van Amsterdam, 1632–1932*, Amsterdam, 1932. I am very grateful to Mrs. Feiwel for her assistance with these archives.

88. For example, *Van Vaderlandsche Mannen en Vrouwen uit de zuidelijke provincien: Een Schoolboek. Uitgegeven door de Maatschappij tot Nut van 't Algemeen*, Leiden, Deventer, and Groningen, 1828; many subsequent editions. On educational reforms after the revolution and the importance attached to science, see Aart de Groot, *Leven en Arbeid van J. H. van der Palm*, Utrecht, University of Utrecht, 1960.

89. "Journal der reize van den agent van Nationale economie der Bataafsche Republick," *Tijdschrift voor Staathuishoudkunde en statistiek*, 18, 19 (1859–1860).

90. Quoted and discussed in Margaret C. Jacob, "Radicalism in the Dutch Enlightenment," in Margaret C. Jacob and Wijnand Mijnhardt, eds., *The Dutch Republic in the Eighteenth Century. Decline, Enlightenment and Revolution*, Cornell University Press, Ithaca, N.Y., 1992, pp. 229–40.

91. Quoted in C. R. Boxer, *The Dutch Seaborne Empire 1600–1800*, London, Hutchinson, 1965, p. 271. On navigational technology see C. A. Davids, *Zeewezen en Wetenschap. De wetenschap en de ontwikkeling van de navigatietechniek in Nederland tussen 1585 en 1815*, Amsterdam: De Bataafsche Leeuw, 1986. I wish to thank Dr. Davids for his helpful comments.

92. Ijsbrand van Hamelsveld, *De zedelijktoestand der Nederlandsche natie, op het einde der achttiende eeuw*, Amsterdam, 1791, p. 285; see also p. 244, where he calls for taking uncorrupted youths (from north Holland) and educating them "in art or science."

93. For background see Harry Lintsen, *Ingenieurs in Nederland in de negentiende eeuw*, The Hague, Nijhoff, 1980; C. Elderink, *Een Twentsch Fabriqueur van de achttiende eeuw*, Hengelo, 1977; Jonathan Irvine Israel, *Dutch Primacy in World Trade, 1585–1740*, New York, Oxford University Press, 1989; Margaret C. Jacob and W. W. Mijnhardt, eds., *The Dutch Republic in the Eighteenth Century. Decline, Enlightenment, and Revolution*, Ithaca, N.Y., Cornell University Press, 1992.

94. René Leboutte, "From Traditional Know-How to Technical Skill. The Process of Training and of Professionalization in the Belgian Coal-Mining Industry, 1700–1850," *History and Technology*, 12 (1995): 95–108.

95. Mons, Archives d'etat, MS A.E.M.Charbonnages B•is du Luc, 51–87 ff., from the 1730s to 1780; the decision to install and the actual installation. In 1750 when horses are still being used they made representations "au Sieur Biseau en sa qualité de Seigneur ... Houdeng. La justice et necessite de faire par lui certain moderation sur droit. . . ." For this company see also J. Plumet, "Une Société. . .," *Annales du Cercle Archeologique de Mons*, 57 (1940): 89–95. On fire and steam engines in the Belgian mines see Hervé Hasquin, *Une Mutation le "Pays de Charleroi aux XVIIe et XVIIIe siècles. Aux origines de la Révolution industriele en Belgique*, Université Libre de Bruxelles, 1971.

96. Rijksarchief Limburg, Maastricht, archieven en de handschriften der abdij Kloosterrade, MS 1091, film no. 12.

97. J. Breuer, "Matériaux pour l'histoire du Corps du Génie dans les Pays-Bas autrichiens de 1717 à 1756," *Revue Internationale d'Histoire Militaire*, 6 (1960–66): 337–54.

98. See Max Barkhausen, "Government Control and Free Enterprise in Western Germany and the Low Countries in the Eighteenth Century," in Peter Earle, ed., *Essays in European Economic History, 1500–1800*, Oxford: Clarendon Press, 1974, pp. 248–50. And Hervé Hasquin, *Le "Pays de Charleroi" aux XVIIe et XVIIIe siècles. Aux origines de la révolution industrielle en Belgique*, Brussels, Université libre de Bruxelles, 1971, p. 80; for interest in the Newcomen engine with a mastery of its operation, see pp. 138–39n.

99. D. Droixhe, "Noblesse éclairée, bourgeoisie tendre dans la principauté de Liège au XVIIIe siècle," *Études sur le XVIIIe siècle*, 9 (1982): 9–47, especially, 24–31.

100. Hervé Hasquin, ed., *La vie culturelle dans nos provinces au XVIIIe siècle*, Brussels, Credit Communal, 1983, pp. 132–33.

101. Annette Andre-Felix, *Les débuts de l'industrie chimique dans les Pay-Bas autrichiens*, Brussels, Université libre de Bruxelles, 1971.

102. A copy of this plan can be found in Rijksarchief Limburg, archief Kloosterrade, in the papers of S. P. Ernst; no. 2061 on film 51; *Plan provisionnel d'études ou instructions pour les professeurs des classes respectives dans les pensionnaits, colleges ou ecoles publiques aux pays-bas*, 1777 and intended for education in both Flemish and French. It was possible in 1740 for a French professor of hydrography to write to the Academy of Science in Paris attacking the Coperican system; see AN, Paris, G 94 (Marine), 74–84 ff.

103. See for example Friedrich Gren, *Grundriss der Naturlehre zum Gebrauch akademischer Vorlesungen*, Halle, 1788; see also industrial school projects discussed in *Göttingisches Magazin zur Industrie und Armenpflege*, 1 (1789), and annually thereafter.

104. *Programm ... Joachimsthalsches Gymnasium*, Berlin, 1735, Staatsbibliothek, AH 15768; for girls' education see Johann J. Hecker, *Teutsches Programma von den Verdiensten Kaysers Karl des Grossen*, 1749.

105. *Ankündigung der Vorlesungen und Uebungen* ..., 1771; found in Staatsbibliothek, Berlin (records formerly housed in the DDR). I thank Axel Utz for his work on this section. See also J. A. G. Einem, *Feierliche Ankündigung der Schulprüfung*. . ., Berlin, 1764, p. 15.

106. I rely here on the account in Richard L. Gawthrop, *Pietism and the Making of Eighteenth-Century Prussia*, Cambridge, Cambridge University Press, 1993, *passim*.

107. For policies later in the eighteenth century in one of the smaller absolutist states, see Robert Uhland, "Karl Friherr von Kerner: Offizier, Techniker, Erneuerer des württembergischen Berg- und Hüttenwesens," in *Ludwigsburger Geschichtsblätter*, 29

(1977): 5–68. On Halle, see Richard L. Gawthrop, *Pietism*, p. 61, and the academy, p. 65.

108. Collège Royal Francois, *Relation de l'école de charité*, 1781, Staatsbibliothek, AH 15753, no. 38.

109. Johan Julius Hecker, *Mit der Jugend welche in den Schulanstalten der Dreyfaltigkeits-Kirche*, Berlin, 1748.

110. Johann Julies Hecker, *Nachricht von einer Oeconomisch-Mathematischen Real-Schule welche bey den Schul-Anstalten der Dreyfaltigkeits-Kirche*, Berlin, 1747.

111. Andreas J. Hecker (possibly the son of J. Hecker), *Geschichte der Königliches Realschule*, January 1797, Berlin, found in Staatsbibliothek, AY 15288.

112. See [Anon.] *Vorläuffige Nachricht*, 1745, and *Anzeige der Vorlesungen und Uebungen*, 1745, both found in Staatsbibliothek, Berlin.

113. R. Gawthrop, *op. cit.*, p. 221.

114. See, for example, R. Rey, "La circulation des idées scientifiques entre la France et l'Allemagne: Le cas Cuvier," in J. Mondot, J-M. Valentine, V. Jürgen, eds., *Deutsche in Frankreich, Franzosen in Deutschland, 1715–1789*, Sigmaringen, Jan Thorbecke Verlag, 1992.

115. Marita Hein, "Wissenschaftstransfer zwischen Deutschland und dem belgischen Raum im 18. und frühen 19. Jahrhundert: Kontakte der Brüsseler Akademie und einzelner Gelehrter im Grenzgebiet Maas und Rhein," *Rheinische Vierteljahresblätter*, no. 56, 1992, 206–228.

116. See Pamela H. Smith, *The Business of Alchemy. Science and Culture in the Holy Roman Empire*, Princeton, Princeton University Press, 1994, pp. 247–62.

117. Martina Lorenz, "Der Einfluss Christian Wolffs (1679–1754) auf das Physikverständnis der Naturforscher und den protestantischen deutschen Universitäten der Aufklärungszeit," in Friedrich-Schiller-Universität, Jena, *Wissenschaft und Schulenbildung*, Jena, Universitätsverlag, 1991, pp. 114–19.

118. For these developments see Hans-Peter Müller and Ulrich Troitzsch, eds. *Technologie zwischen Fortschritt und Tradition: Beiträge zum internationalen Johann Beckmann-Symposium, Göttingen 1989*, Frankfurt-am-Main, Peter Lang, 1992.

119. Peter Lundgreen, "Education for the science-based industrial state? The case for nineteenth-century Germany," *History of Education*, 13 (1984): 59–67. For the forces of reaction, see Robert M. Berdahl, *The Politics of the Prussian Nobility. The Development of a Conservative Ideology, 1770–1848*, Princeton, N.J., Princeton University Press, 1988.

120. Manuscript of these lectures, possibly by a student named Pruninger, to be found at the Bakken Library, Minneapolis, dated 1795.

121. W. Weber, "Friedrich Anton von Heynitz," in Wilhelm Treue and Wolfgang König, eds., *Berlinische Lebensbilder*, vol. 6, *Techniker*, Berlin, Colloquium Verlag, 1990, pp. 15–28.

122. Eric Dorn Brose, *The Politics of Technological Change in Prussia. Out of the Shadow of Antiquity, 1809–1848*, Princeton, Princeton University Press, 1993.

123. Friedrich Klemm, *A History of Western Technology*, Ames, Iowa State University Press, 1991 [1954], p. 244, quoting from Johann Beckmann, *Anleitung zur Technologie*, Göttingen, 1777. Cf. Karl Hufbauer, *The Formation of the German Chemical Community*, Berkeley, University of California Press, 1982, and Lars U. Scholl, *Ingenieure in der Frühindustrialisierung: Staatliche und privat Techniker im Königreich Hannover und an der Ruhr (1815–1873)*, Göttingen, Vanderhoeck & Ruprecht, 1978.

124. See records in AN, Paris, F12 2204, 17 Brumaire to Ministre, Conseiller de Regence à Berlin, signed Plümieke who had been a paper manufacturer: "Il est bien triste, mais tres fondé, qu'en général les souverains de l'Allemagne, soutiennent rarement avec vigueur les fabriques & les manufactures, qui sans contredit sont la base la plus resurre des bien-être des états." He wants to encourage cotton manufacturing.

125. See Herbert Kisch, *From Domestic Manufacture to Industrial Revolution. The Case of the Rhineland Textile Districts*, Oxford, Oxford University Press, 1989.

126. Winfried Speitkamp, "Educational Reforms in Germany between Revolution and Restoration," *German History*, 10 (1992): 1–23.

127. Vincenzo Ferrone, *The Intellectual Roots of the Italian Enlightenment. Newtonian Science, Religion, and Politics in the Early Eighteenth Century*, Atlantic Highlands, N.J., Humanities Press, 1995, pp. 1–16.

128. Ferrone, *op. cit.*, p. 4.

129. Paola Zambelli, "Antonio Genovesi and Eighteenth Century Empiricism in Italy," *Journal of the History of Philosophy*, 16 (1978): 198–99.

130. Zambelli, "Antonio Genovesi," p. 208.

131. See Vincenzo Ferrone, "Tecnocrati militari e scienziati nel piemonte dell'antico regime. Alle origini della reale accademia della scienze di torino," *Rivista storica italiana*, 96, no. 2 (1984): 414–509. Note the presence here of freemasonry.

الفصل الثامن

1. Conservatoire des Arts et Metiers, Paris, MS U 216 Le Turc to Citoyen, 14 Nivoise An 3 [December, 1794]. Le Turc was born in 1748 and in the 1780s as an engineer and spy he traveled extensively in England describing techniques and recruiting workers. I owe this splendid quotation to the kindness of J. R. Harris.

2. The phrase belongs to Philippe Minard, *L'inspection des manufactures en France, de Colbert à la Révolution*, doctorat nouveau régime, Université Paris-I Panthéon-Sorbonne, December 1994, vol. II, p. 467, referring to correspondence from Trudaine to Tolozan. Between 1740 and 1789 the government spent 5 million and a half livres on subventions for inventions (p. 475). Made available through the kindness of Daniel Roche. On the early development of the division of labor in Britain, see Peter Earle, *The Making of the English Middle Class. Business, Society, Family Life in London, 1660–1730*, London, Methuen, 1989, pp. 18–34.

3. In passing the following essay makes the same point: Ian Inkster, "Technology as the Cause of the Industrial Revolution: Some Comments," *The Journal of European Economic History*, 12 (1983): 651–55; also writing from a cultural perspective is Thomas C. Cochran, "Philadelphia: The American Industrial Center, 1750–1850," *The Pennsylvania Magazine of History and Biography*, (July 1982): 323–40. According to Philippe Minard, *op. cit*, vol. II, p. 470, the French had sent industrial spies to England as early as the 1730s.

4. Archives nationales (AN), Paris, F12 502, a survey of French industry dated 1807. When the same administration tried to set up a school for public works to train engineers, its library began with the works of Newton. See the archives of the École des Ponts et Chaussées, (hereafter ENPC), MS 3013, list of books coming from the Library of the Stadholder, beginning with mathematics and astronomy.

5. See Alice Stroup, "Louix XIV as Patron of the Parisian Academy of Sciences," in David Lee Rubin, ed., *Sun King. The Ascendency of French Culture during the Reign of Louis XIV*, Cranbury, N.J., Associated University Presses, 1991, pp. 221–337.

6. For the day-to-day working of one such bureau see Harold T. Parker, *An Administrative Bureau during the Old Regime. The Bureau of Commerce and Its Relations to French Industry from May 1781 to November 1783*, Newark, University of Delaware Press, 1993.

7. Paul Langford and Christopher Harvie, *The Eighteenth Century and the Age of Industry*, vol. IV in *The Oxford History of Britain*, New York, Oxford University Press, 1992, p. 78.

8. For archives see AN, Paris, Marine G 106, on pumps, 38–190 ff.; one of the earliest descriptions concerns a pump in a mine at Guadalcanal (Spain) done by an English company in 1731, 38 f. In the same archive a description of pumps installed in gardens in London by Newsham, 1743 (42 f.); 69 f. a pump of 1736 described as being able to elevate water in the English manner. By the 1770s (215–16 ff., 253) it is overwhelmingly clear that English pumps are superior. See also Marine G 108 Mémoires et Projets, Machines, 1768–81, 87 f. on water supply for Paris compared to superior London system and discussion of cost of coal in Paris, which is higher. On the silk industry in Lyon and John Badger, see AN, F12 1442 and letter of 23 Oct. 1753 on trying to stay on the "good side" of Mr. Montigny from the Académie des Sciences; F12 993 on bringing English technology in cotton to Rouen; note report of 1747 from Mons on English techniques complete with a sample of cloth. As early as 1758, if not earlier, French ministers were in contact with English steam engineers and making inquiries about getting coal for the new engines; see AN, Marine G 110, 133f., London 1758 letter of T. Stephens to Mr. Kavanagh. Note also that according to one French report, the King of Prussia had an agent in London "to instruct the state on different manufactures"; see AN F12 657/9, dated 1776. For a general survey of changes after 1789, see *Scientifiques et sociétés pendant la Révolution et l'Empire. Actes du 114e Congrès national des sociétés savantes*, Paris, 3–9 avril 1989, Paris CTHS, 1990. Cf. Jacques Payen, *Capital et machine à vapeur au xviiie siècle. Les frères Périer et l'introduction en France de la machine à vapeur de Watt*, Paris, Mouton & Co., 1969, p. 102n.

9. On this complex system of subsidies and grants see Liliane Hilaire-Pérez, "Invention and the State in 18th-Century France," *Technology and Culture*, 32, no.4 (1991): 911–31. This article cites other secondary sources where it is claimed that French administrators "did not feel that English industry was much more advanced than their own, and other historians have said much the same thing." None of this research, however, has been actually comparative, and in addition there is a wealth of primary source material that contradicts the assessment. See David S. Landes's useful introduction to *Favorites of Fortune* (1993), for a good corrective (p. 13): "foreign contemporaries of the Industrial Revolution were anxiously aware that something momentous was going on in Britain that threatened to upset not only commercial relationships but the international order."

10. ENPC MS 48 (fol.), "Journal. Notes et Observation sur l'Angleterre . . . 1784." The building (presumably New Jonathan's) was 200 ft by 170; Le Sage's notes do not even mention the sociology of spatial arrangement he drew, only the items he saw: the statues (of Charles I and II), the cafe, the registers of ships arriving, etc. See Thomas Mortimer, *Everyman His Own Broker; or, A Guide to Exchange-Alley*, London, 1775, pp. 43–50; 58–61 suggests that certainly national rivalries were quite real on the floor; p. 81 for mention of Jews. After this chapter was written I discovered the work of social scientists who seemed to be thinking about culture and economic life in ways somewhat similar to my own: Walter W. Powell and Paul J. DiMaggio, eds., *The New Institutionalism in Organizational Analysis*, Chicago, University of Chicago Press, 1991, pp. 1–37.

11. ENPC, Paris, MS 2465, dated 13 Mars 1782 and written in his hand. He worked with M. Macquer. There is a discussion of efforts to acquire English skilled workers, particularly English Catholics. His job was to oversee "toutes les Découvertes, Inventions, Machines, procedés utiles aux arts qui peuvent interesser le Commerce du Royaume." He also tried to "éclairer les pratiques des artistes en leur donnant des Connoissances de Théorie qui souvent sont audessus de leur portée." He further states: "les Magistrats faute être instruit dans les détails des arts et du Commerce, dans la Connoissances des Métiers, des Machines des Procédés sur les métaux et minéraux etoient souvent dupés par les Charlatans et laissoient engager le Public dans des Entreprises ruineuses en leur accordant des Privilèges dont ils abusoient et avec lesquels ils vivoient aux dépendes d'autorité." For John Badger's fear of de Montigny see AN, Paris F12 1442.

12. Ian Roy, "The Profession of Arms," in Wilfrid Prest, *The Professions in Early Modern England*, London, Croom Helm, 1987, pp. 209–15.

13. Robin Briggs, "The *Académie royale des sciences* and the pursuit of utility," *Past and Present*, no. 131, (May 1991): 38–87.

14. Here I refer to a letter of one Thomas Stephens to Mr Kavenagh, 29 August 1758 in AN, Paris Marine G 110, 138 f.; and see 33 f. for objections raised by the Académie to another proposal. For an example of a dubious proposal sent to the government see AN Marine G 105, no. 1, about S. Darles de Linière who has an invention by which men may use their arms to better augment the force of gravity with a pump. Some of his work was, however, quite useful. See also AN F 12 2201: the letter of 25 Dec. 1775 from Fleury D'Ardois to Turgot on how the high and the mighty "rien neglige pour diminuer le merité de sa découverte." The attack is on the Jurés Gardes du Bureau de la fabrique. See AN Microfilm 13, 5–7, 10 July 1783 on being intimidated by the Académie in Paris. See also the report by the spy, Leturc, dated 30 June 1797 in AN F 12 2204, against his treatment by the Académie before 1789, but given the date to be used with caution. Desaguliers's text is being used as late as the 1790s; see AN, Paris, F17 1344/1 Cours de Physique experimentale, Eçole Centrale, Dept. de la Meuse.

15. AN, F12 661, April 1778, "Reponse du Sieur Clicquot Blervanche aux questions proposés par M. de directeur Général des finances relativement aux reglemens concernant les manufactures." On Desaguliers's role in spreading the Newcomen engine, see G. J. Hollister-Short, "The Introduction of the Newcomen Engine into Europe," *Transactions of the Newcomen Society for the Study of the History of Engineering and Technology*, 48 (1976–77): 11–22.

16. AN, Paris, Marine G 105, 16 f.; this inventor managed to get his privilege, but it was a touch and go negotiation.

17. AN, Paris, F12 2195; item 460, 1788: "Cependant cet academicien ne prétend point exclure la nouvelle méthode proposée par le S. Ainavet; mais il observe qu'il n'y a qu'un long usage qui puisse décider la question."

18. AN, Paris, Marine G 117, 102 f., Gilbert de Marette, 21 June 1775 to secretary of the Marine: "ainsi il ne reste plus qu'à constater par l'experience la realité de ma décourverte. . . ." See also 46 f., 31 Octobre, 1736: Ciceri to the Ministry of the Marine: "Il ne s'agit point icy de Science mais bien de Genie & de mecanique et d'un fait qui concerne La Marine les gens de mer peuvent en juger sainement." See also AN, Microfilm 13 5–7, 10 July 1783.

19. AN, Paris F12 1442 note the letter of John Kay to Badger, 23 Oct. 1753, on how all these people have to be carefully handled.

20. AN, F12 1442, report of October 1758 to M. Trudaine. I am grateful to J. R. Harris for his comments here. Badger did have trouble getting his factory constructed, and had to rely on Vaucauson for assistance. Badger's letters indicate a minimal literacy. For the art of the calender see Eric Kerridge, ***Textile Manufactures in Early Modern England***, Manchester, Manchester University Press, 1985, pp. 173–74.

21. Here I rely on Terry Shinn, "Science, Tocqueville, and the State: The Organization of Knowledge in Modern France," ***Social Research***, 59, no.3 (1992): 533–66; reprinted in Margaret C. Jacob, ed., ***The Politics of Western Science, 1640–1990***, Atlantic Highlands, N.J., Humanities Press, 1994. For further evidence of the mentality of the officials, see Edward A. Allen, "Business Mentality and Technology Transfer in Eighteenth-Century France: The ***Calandre Anglais*** at Nîmes, 1752–92," ***History and Technology***, 8 (1990): 9–23.

22. ENPC, Paris, archives et manuscrits non catalogués, Carton "Concours de Style, 1789–1803." I am immensely grateful to Mme. M. Deschamps for leading me to this rich collection at the ENPC; there are 25 answers for 1789 and about the same for 1802. In 1789 there would have been slightly less than 400 engineers employed by the crown. In ENPC, Carton: "Concours de Style, 1778–1812" there are about 25 answers for 1778 on a question about the value of the school for commerce and agriculture. Roads, canals, and bridges are seen to facilitate both; manufacturing, mentioned only occasionally, will also be assisted. "The active circulation of commerce is the first and principal cause of the splendor of the state," is a sentiment commonly voiced. For 1784 there are 22 answers to the question: "the advantages and disadvantages of the equality of conditions in a great society." These show that enlightened thought had permeated deeply into the school; women's equality is occasionally discussed, but generally the engineers, including the one who got first prize, do not think that the arts and sciences would flourish in conditions of equality.

23. Picon, p. 51. Cf. Nicole et Jean Dhombres, ***Naissance d'un pouvoir: sciences et savants en France (1793–1824)***, Paris, Payot, 1989, p. 560.

24. "Un entrepreneur qui trop peu instruit se chargeroit à vil prix d'un ouvrage dont le devis auroit été trop legérèment fait; ou bien forcer un entrepreneur ambitieux et peu délicat à se contenter d'un gain légitime et autorisé par le gouvernement." Quoted in "Cours de stile, 1789–1803," École nationale ponts et chausées, Paris.

25. Quoted in M. Bradley, ***op. cit.***, p. 145.

26. AN, Paris F12 2204 to Citoyen [?] 1791[?], [dossier le Turc]. See also F12 677C and in same file letters of 13 June 1786 from London where he makes clear that he is not actually going to do the manufacturing. Supplied by the kindness of J. R. Harris.

27. JWP, BPL, W/5, Birmingham, 13 Jan. 1779 to Dear Doctor [Black]. See also AN, Paris, F12 2205.

28. Ibid., Watt to Black, no date but placed among other letters from 1780.

29. Ibid., 13 Jan. 1779 Watt to Black.

30. AN, Paris, Marine G 110, dossier 1 and 2; 146–201 ff.; including a list of 1778 from Boulton and Watt on all the engines installed in Britain to date (27 on this list). Jary signs himself as "concessionaire des Mines de Nantes." See 183 f. for evidence that he "seems to be possessed, in an eminent degree, of the necessary previous knowledge." This new evidence from the archives of the Marine supplements the account found in Jacques Payen, ***Capital...***, pp. 102–7.

31. Note that in the Dutch Republic the main importer of Watt's engine, Van Liender, set up just the kind of trial that Watt wanted in a polder near Haarlem where

there was a Newcomen engine already installed; Boulton and Watt MSS, BPL, Box 36, letter from Van Liender to Watt, 9 Oct. 1787, written in French. Watt's letters to Jary and the French authorities from the period 1778 to 1782 can be found in the same Birmingham archives of Boulton and Watt; 16 Oct. 1778, Watt to Magellan on Jary: "In the first place he can certify that he hath seen many of our machines actually at work and that they are very much superior to the common Engine ... that Bretagne is a more proper place to make the trial of comparison in, than Paris, because there are two Engines actually at work & the great expence of erecting an Engine at Paris will thereby be avoided [Jary wanted to buy an engine at this time]." And "End of December 1778 or 1 Jan. 1779 ... Mr Magellan ... 1. The superiority of our Engine over those of the old construction can be ascertained only by a comparison. But as there is no old Engine at Paris with which the comparison can be made ... 3. Mr Jary Concessionaire etc. has applied to us to erect one of our Engines at or near Nantes in Bretagne in place of an old one already erected there.... Watt." Magellan's despairing letter is 197 f. Magellan is well aware of the concern about Perier trying to steal the privilege. Watt recounted the outlines of this story and Perier's failure to pay him for designs submitted in a letter to M. Genet, Chef du Bureau des Affaires Etrangères, 31 August 1783; found in the Albany Institute of History and Art and kindly supplied through Eric Robinson. See AN, Paris, Minutier Central, XXX, 459, for Perier brothers and list of members in the society; Lettres patentes dated 7 Feb. 1777 and registered with Parlement 16 July 1778. Neither brother used an acute when signing his name, and so I continue their practice. As late as 1817 French commentators were complaining about their backwardness in steam engines; see AN, Paris, F 12 2200, 8 April 1817 Albert to M. Becquey.

32. JWP, Watt to Wedgwood, 16 Feb. 1784: "We have had these two days past a visit of no less than six French engineers and iron masters who have come over in hopes we would teach them to make fire engines and that some other benevolent people would teach them how to improve their cast iron. We treated them with all manner of civility but took care to show them nothing but what they knew before.... I believe they do not intend to visit the pottery but if they do you are warned that they are clever scientific people and one of them Mr. Perier an excellent mechanic." In the same collection a letter from Joseph Banks dated 12 August 1784 to Watt: "I cannot resist the desire I have of recommending Mr. Bertier Intendant de la Généralité de Paris, etc, etc. a man of no small consequence in France considerable proficiency in usefull knowledge & unwearied patronage of the usefull arts to your good offices ... some companions of his journey among whom is Dr. Broussonet..." Originally supplied by the kindness of Eric Robinson; these manuscripts are now at the Birmingham City Library.

33. James E. McClellan III, *Colonialism and Science. Saint Domingue in the Old Regime*, Johns Hopkins University Press, Baltimore, 1992, p. 74.

34. The archives of the Marine supplement the account found in Charles Ballot, *L'Introduction du machinisme dans l'industrie française*, Slatkine Reprints, Geneva, 1978, pp. 390–403 [original in 1923]. Cf. AN, *Innovations techniques dans la Marine, 1641–1817. Mémoires et projets reçus par le département de la Marine (Marine G 86 à 119)*, Paris, 1990. This account does not contradict but it does supplement what appears in J. R. Harris, "Michael Alcock and the Transfer of Birmingham Technology to France before the Revolution," *Journal of European Economic History*, 15, no. 1 (1986): 7–59. See also J. Payen, *Capital et machine à vapeur au xviiie siècle*, Paris, 1969, pp. 102–4.

35. For testimony to this effect see the diary of Prof. Salomon de Monchy's trip to Paris, 1790; Rotterdam, Gemeente Archief, familie de Monchy, no. 51, 39–41 ff.

He also saw Van Liender on this trip who was now in Paris with his sister. For a condensed version of this whole story see Jacques Payen, *Les Frères Périer et l'introduction en France de la machine à vapeur de Watt*, Conférence ... Palais de la Découverte, 1968. See ENPC, MS 100, for a student discussion of the engine dated 1791.

36. Archives departmentales, Loire-Atlantique, Nantes, C 129, privilege dated 1746 to Simon Jarry [sic]; in 1765 it was extended another thirty years with the right to pass it on to his children. On these concessions and the confusions around them see Gwynne Lewis, *The Advent of Modern Capitalism in France, 1770–1840. The Contribution of Pierre-François Tubeuf*, Oxford, Clarendon Press, 1993.

37. Catherine Blanloeil, "La Société académique de Nantes et de la Loire-Inférieure de 1798 à 1825," in Jean Dhombres, ed., *La Bretagne des savants et des ingénieurs, 1750–1825*, Rennes, Editions Ouest-France, 1991, p. 69.

38. Anne Brulé, "L'exemple des mines," in Jean Dhombres, ed., *op. cit.*, p. 147 citing AD35 C 1473 for 1783.

39. Jacques Payen, *Capital*..., p. 31. For the capitalist side of his operation, see Louis Bergeron, *Banquiers, négociants et manufacturiers parisiens du Directoire à l'Empire*, Paris, Mouton, 1978, pp. 301–4. For the memoir see Bib. Historique de la Ville de Paris, ms. nouv. acq. 147, 446–69 f., et. seq.

40. AN, Microfilm 13 5-7, 14 May 1772; exclusive privilege given to D. de Auxiron; Perier was involved here. I am grateful to J. R. Harris for his comments on this section.

41. Note the discussion of Tubeuf's rival, de Castries, in G. Lewis, *op. cit.*, pp. 133–37.

42. JWP, BPL, W/11, Letter from Brunelle, de Salins en Franche Comté, 1 Sept. 1788. "je n'ai pu obtenir de l'intendant des finances qui devoit mécouter, un quart d'heure de rendés vous pour lui faire mon rapport. c'est pour le roi que j'ai travaillé et je n'ai pu obtenir audience!" This is almost certainly from the father of the famous French émigré engineer, Brunel.

43. For a picture of 1789 see J-F. de Tolozan, *Memoire sur le commerce de la France et de ses colonies*, Paris, Moutard, 1789 [BN microfiche V.17731], pp. 24–25: "Nous avions autrefois une supériorité bien marquée sur toutes les Fabriques étrangeres dans plusieurs especes de toiles." For the earlier career of Tolozan see Harold T. Parker, *op. cit.*, pp. 17 *et. seq.*

44. One such institution, La Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale, had an entirely industrial and mechanical focus; see AN F12 502, for the founding documentation and the debt to Chaptal. English observers were also convinced of this gap; see James Watt, Jr., to his father, dated Rouen 16 June 1792 on cotton manufacturing in the town: "New improvements I have seen none, not any processes which we have not in England, on the contrary, they are considerably behindhand here in the Manufactory, but yet not as much as I expected." Boulton and Watt collection, BPL. Watt Jr. was impressed by the size of Oberkampf & Co. with 150 tables employing upwards of 1,200 persons. Cf. Dominique Julia, *Les trois couleurs du tableau noir. La Révolution*, Paris, Belin, 1981, chap. 8: "L'avènement de l'ingénieur." See also for the similar policies of Chaptal's revolutionary predecessor, François de Neufchâteau, *Circulaire aux Administrations centrals de département*, 9 Fructidor, Year V, in *Recueil de lettres, circulaires, instructions, programmes ... du Ministre de l'Intérieur*, 2 vols., Paris, Imprimerie de la République, years VII–VIII, vol. I, pp., 102–3, 155, and p. xxx. I owe the point about Neufchâteau to Jeff Horn, who is now working on the industrial expositions.

45. AD, Hérault, D 186, 215–28 ff. On his Newtonianism see J. A. Chaptal, *Élémens de Chymie*, 3rd ed., Paris, 1796, introduction; and his *Mes souvenirs de Napoleon*, Paris, 1893, p. 19 for application of mathematics to the study of the human body and the attack on hypotheses. For recent historiography on Chaptal see Michel Pérronnet, ed., *Chaptal*, Bibliothèque historique Privat, Paris, 1988; and M. Peronnet, "Un chimiste en politique: J. A. Chaptal à Montpellier (1788–1794)," in *Actes du 114e Congres National des sociétés savantes, scientifiques et sociétés pendant la révolution et l'empire*, Paris, Editions du CTHS, 1990, pp. 145–60 .

46. John Graham Smith, *The Origins and Early Development of the Heavy Chemical Industry in France*, Oxford, Clarendon Press, 1979, pp. 20–24.

47. For his club see Archives départementales, Hérault L 5498, entry for 9 May 1790; request made by "Soze, associé etranger du Club," permission given on 21 May. The club only began in February. For Chaptal's thinking see J. Chaptal, *Essai sur le perfectionnement des arts chimiques en France*, Paris, 1800, p. 50. See also his immensely knowledgeable, *Programme des Prix proposés par le Ministre de l'Intérieur pour le perfectionnement des Machines à ouvrir, peigner, carder et filer la laine*, 22 Messidor, year IX, with extensive information about English practices and found in AN F12 2208. Note also the minute detail with which Chaptal described the divided practices of his workers, step by step, in a factory that was not mechanized but did employ his chemical techniques: *L'Art de la teinture du coton en rouge*, Paris, 1807, especially chap. 4.

48. J. A. Chaptal, *Catéchisme a l'usage des bons patriotes*, Montpellier, 1790, pp.12–13. Cf. a journal founded by Chaptal and his colleagues, *Annales des arts et manufactures, ou mémoires technologiques sur Les Découvertes modernes concernant les Arts, les Manufactures, l'Agriculture et le Commerce*, year viii [1800], Paris, p. 35.

49. AN, Paris, F12 1556, dated 29 Xbre 1791; the report was logged in his office on 6 Jan. 1792 as item #121 from M. Cahier, Minister of Interior. For a useful overview see Jean-Pierre Hirsch, "Revolutionary France, Cradle of Free Enterprise," *American Historical Review*, 94 (1989): 1281–89. For Chaptal's anticlericalism see AD, Hérault, L 5498, his manuscript speech to the club, 16 July 1790, and his printed revolutionary catechism; J. A. Chaptal, *Catéchisme à l'usage des bons patriotes*, 1790; copy available in Bibliothèque de la ville de Montpellier. The ideas in this document owe much to Chaptal's freemasonry.

50. For Chaptal and this point see the old but still useful, Jean Pigeire, *La Vie et l'oeuvre de Chaptal (1756–1832)*, Thèse pour le Doctorat, Paris, Editions Domat-Montchrestien, 1931, p. 133.

51. AN, Paris, F12 2195 6 Ventose Year 5; F. Bardel, Manufacturier et membre du conseil des arts et manufactures, to Minister of the Interior: "Je vais etablir une manufacture de mousselines, d'organdis et de toiles de coton proprès a L'impression des Indiennes. J'ai deja pris en Angleterre des notions exactes sur la main d'oeuvre et les apprêti de ces articles, qui son peu Connus en France." The accompanying report indicated that these exact notions included the better construction of machines; the economy of combustion to be used in bleaching; the renewing of surfaces of different substances under the action of steam; the ability to calculate the different times needed for different materials; the degree of pressure to give to the steam; the use of alkali in the right quantity and quality; other substances that can be employed in bleaching and their various costs.

52. Denis Woronoff, *L'industrie sidérurgique en France pendant la Révolution et l'Empire*, Paris, Éditions de l'École des hautes Études, 1984, pp. 32–33.

53. *Essai sur le perfectionnement des arts chimiques en France*, Paris, 1800, pp. 3, 16–20.

54. J. A. Chaptal, *Rapport et project de loi sur l'instruction publique*, Paris, AN9 [1801], pp. 92–93. Machines to demonstrate physical and mechanical principles are being demanded by professors in the new central schools by the year 7; see AN, Paris, F17 1344/1.

55. F. de Neufchâteau, *Discours prononcé par le Ministre de l'Interieur, le 5 prairial, an 7*, in *Recueil de lettres, circulaires, instructions, programmes*. . ., vol. 3, 1799, p. 243.

56. M. le Comte Chaptal, *De l'Industrie française*, Paris, 1819 [2 vols in one], vol. 2, p. 32. For a new edition see Louis Bergeron, ed., with intro. published by Imprimerie Nationale, Paris, 1993. A similar perspective can be found in Ternaux, see L. M. Lomüller, *Guillaime Ternaux, 1763–1833. Createur de la première intégration industrielle française*, Académie nationale de Reims, Les Editions de la Cabro d'Or, Paris, 1977, p. 124.

57. On the German side of this story with mixed results see Herbert Kisch, *From Domestic Manufacture to Industrial Revolution. The Case of the Rhineland Textile Districts*, New York, Oxford University Press, 1989, pp. 190–91, 202–3.

58. AN, Paris, F 17 1098, for Brussels university faculty; on the struggle in Liège (dossier 4, 50 f.) between "la partie des mathematiques pures" and those who want applied sciences; report dated 9 November 1810 to "le Grand-Maître de l'Université" on the need for certain sciences, i.e., physics, chemistry, and natural history "because of their application to the arts and manufacturing." Note also evidence of trying to enforce the teaching of Catholic doctrines in the Dutch Republic. These policies were first noted a long time ago by L. Brummel, "De Zorg voor kunsten en wetenschappen onder Lodewijk Napoleon," *Genootschap voor Napoleontische Studien*, The Hague, 1951, pp. 11–26.

59. For the Maastricht story see J. P. L. Spekkens, *L'École Centrale du département de la Meuse-Inférieure. Maëstricht 1798–1804*, Maastricht, Ernest van Aelst, 1951, pp. 62–64. For the archives see AN F17 1088; 17 1276; 17 1344, 3; 17 1428.

60. Alois Schumacher, *Idéologie révolutionnaire et pratique politique de la France en Rhénanie de 1794 à 1801*, Paris, Annales Littéraires de l'Université de Besançon, 1989, pp. 138–43.

61. AN, Paris, F17 1098, report on Brussels dated 1808.

62. AN, ibid., an invaluable set of reports on the universities and academies in the Netherlands both north and south.

63. AN, Paris, MS AP/147, papers of Jacques François Piou, an engineer employed in Belgium to build a canal between Mons and Brussels; letter to his wife of 15 Prairial, year 13. On education in the Austrian Netherlands (i.e., Belgium) see F. Macours, "L'enseignement technique à Liège au xviiie siècle," *Bulletin de l'Institut archeologique liègeois*, 69 (1952): 131–85; and Claude Sorgeloos, "Les Savants à l'école. Le case du Hainaut," in G. Van de Vyver et J. Reisse, eds., *Les Savants et la Politique à la fin du xviiie siècle*, in *Études sur le xviiie siècle*, 7 (1991): 85–88.

64. Louis Bergeron, *France under Napoleon*, trans. R. R. Palmer, Princeton University Press, Princeton, N.J., 1981, pp. 173–74, 182, 188–90.

65. See *Almanach des muses de l'ecole centrale du département des deux-sèvres*, Niort, year VI, p. 21, listing professors of mathematics and experimental physics for pupils over 14. For the nonexisting level of mathematical education for girls; see Martine Sonnet, *L'education des filles au temps des Lumières*, Paris, Les Éditions du Cerf, 1987. On both

sides of the channel the public culture of science as it developed offered more opportunities to women than did traditional institutions. See also T. P. Bertin, translator from English, *Le Neuton de la Jeunesse, ou Dialogues instructifs et amusans entre un père et sa petite famille*, Paris, 1808, dialogues that begin with mechanics for a girl and boy. See Nicole et Jean Dhombres, *Naissance d'un pouvoir: sciences et savants en France (1793–1824)*, Paris, Payot, 1989, pp. 218–22. Women attended meetings of the National Institute as spectators; see Maurice Crosland, ed., *Science in France in the Revolutionary Era. Described by Thomas Bugge*. . . , Cambridge, Mass., MIT Press and Society for the History of Technology, 1969, p. 89.

66. See for example, Lucas Oling, *Rekenkundige voorstellen*, Amsterdam and Leeuwarden, 1809; Gottfried Grosse, *Technologische Wandelingen of Gesprekken van een Vader met zyne Kinderen over eenige der belangrykste Uitvindingen*, (trans. from German), Zutphen, 1801. For the earlier and dominant physico-theology see, for example, L. C. Schmahling, *De Natuurkunde, ten gebruike in de Schoolen*, Amsterdam, 1798.

67. See Eda Kranakis, "Social Determinants of Engineering Practice; A Comparative View of France and America in the Nineteenth Century," *Social Studies of Science*, 19 (1989): 5–70; Charles P. Kindleberger, "Technical Education and the French Entrepreneur," in Edward C. Carter II, Robert Forster and Joseph Moody, *Enterprise and Entrepreneurs in 19th and 20th Century France*, Baltimore, Johns Hopkins Universiry Press, 1976, pp. 1–39; For earlier advances in Britain see Richard S. Tompson, "The English Grammer School Curriculum in the 18th Century: A Reappraisal," *British Journal of Educational Studies*, 19 (1971): 32–39; and Diana Harding, "Mathematics and Science Education in Eighteenth-Century Northamptonshire," *History of Education*, I (1972): 139–59. For the relevant French documents see Bronislaw Baczko, ed., *Education pour la democratie*, Paris, 1982.

68. AN, Paris, F17 1344/1; writing from Moulins, 22 fructidor, year 6. Cf. Janis Langins, *La République avait besoin de savants. Les débuts de l'École polytechnique: l'École centrale des travaux publics*. . . , Paris, Belin, 1987.

69. AN, Paris, F17 1344/1 Lenormand at l'école centrale du Tarn, year 7. On him as an inventor see AN, Paris, F 12 2200, dated year 8. He also wrote extensively on the Paris expositions.

70. Archives départementales de l'Hérault, L 5787, documents pertaining to his arrest.

71. L.S. le Normand & J. G. V. de Moléon, *Description des expositions des produits de l'industrie française faites a Paris depuis leur origine jusqu'a celle de 1819 inclusivement*. . . , 4 vols., Paris, 1824, p. 19. Cf. for educational policy formation see Charles R. Day, *Education for the Industrial World: The Ecoles d'Arts et Métiers and the Rise of French Industrial Engineering*, Cambridge, Mass., MIT Press, 1987. For an overview of these exhibitions and engravings see *Comite Français des Expositions et Comité National des Expositions coloniales . . . 1925*, Cinquantenaire 1885–1935, Paris 1935.

72. For a description of all the arcades see *Première exposition des produits de l'industrie française*. [Paris 1798, located in Bibliothèque historique de ville de Paris].

73. L. M. Lomüller, *Guillaume Ternaux 1763–1833*, Paris, 1977, p. 109.

74. For a succinct statement of the ideological relationship see Prof. Le Normand to Neufchâteau, AN, Paris, F17 1344/1. Cf. Bruno Belhoste, "Les caractères généraux de l'enseignement secondaire scientifique de la fin de l'Ancien Régime à la Première Guerre mondiale," *Histoire de l'education*, no. 41 (1989): 1–45.

75. See their petition "Au Roy ... 1777," Archives départmentales, Loire-Atlantique, Carton 1 C.630, côtes 1-4. On the Nantes harbor in the AN, Paris, see H543; F14 172 a and b; F14 735 Port de Nantes; F14 102 1757–58 canal from Nantes to ocean. Cf. Pierre Lelièvre, *Nantes au XVIIIe siècle. Urbanisme et architecture*, Picard, Paris, 1988, pp. 81–110, esp. 83, and 110. Perronet is the engineer in one of the controversies.

76. AD, Gard, C310–353 for the years 1697–1757; AD, Hérault C7530, C7572, C7556, C7590 for 1762, 1768, 1773, 1777. Two commissions, one for public works and the other for manufactures, concern us. Note that in the 1780s the *États* did consult Chaptal whom we may reasonably describe as an engineer of sorts; John Graham Smith, *op. cit.*, pp. 22–23.

77. Gwynne Lewis, *The Advent of Modern Capitalism in France, 1770–1840*, p. 39 for the engineer Renaux.

78. D. Woronoff, *L'industrie siderurgique en France*..., pp.49–60.

79. See Edward A. Allen, "Business Mentality and Technology Transfer in Eighteenth-Century France: The *Calandre Anglais* at Nimes, 1752–92," *History and Technology*, 8 (1990): 9–23.

80. L. Bergeron, *Banquiers*..., p. 305. See the beginnings of this process in MS 100, EPNC, 24 ff.; where the technical treatise on a Watt-type engine goes on to calculate the cost of constructing two such engines in 1791: 26,491 francs exclusive of installation, housing for the machine, etc. This is still a machine for public works.

81. For the new world of bankers and capitalists after 1800, see ibid., pp. 46–48. On Chaptal's influence on Napoleon, see p. 213.

82. Joel Mokyr, *The Lever of Riches. Technological Creativity and Economic Progress*, New York, Oxford University Press, 1990, pp. 111–12.

83. Eric Dorn Brose, *The Politics of Technological Change in Prussia. Out of the Shadow of Antiquity, 1809–1848*, Princeton, N.J., Princeton University Press, 1993, p. 261. Cf. Kees Gilpen, *New Profession, Old Order. Engineers and German Society, 1815–1914*, Cambridge, Cambridge University Press, 1989.

الفصل التاسع

1. For these sorts of arguments see Peter Mathias, *The First Industrial Revolution: An Economic History of Britain, 1700–1914*, London, Methuen, 1983, pp. 128–29; or see E. A. Wrigley, "The Supply of Raw Materials in the Industrial Revolution," *Economic History Review*, 15 (1962): p. 4: For a useful corrective see D. S. L. Cardwell, *The Organisation of Science in England*, London, Heinemann, 1972, pp. 13–18; Alan Smith, "Steam and the City: The Committee of Proprietors of the Invention for Raising Water by Fire," *Transactions of the Newcomen Society*, 49 (1977–1978): 5–18, on the Royal Society and the steam engine. For one of the first cogently argued attacks on the view represented by Wrigley, see A. E. Musson and E. Robinson, "Science and Industry in the Late Eighteenth Century," *Economic History Review*, 2nd ser., 13 (1960-1961): pp. 222–44, especially pp. 241–42 for further evidence of scientific lecturing in Bristol and Sheffield.

2. William Chapman, *Address to the Subscribers to the Canal from Carlisle to Fisher's Cross*, Newcastle, 1823, pp. 2–3, 7. This essay was written as a result of a series of breakdowns in relations between an engineer of the next generation and the canal company. Emphasis in the quotation from Smeaton was added by Chapman.

3. Watt carefully preserved the testimony to be found in JWP, BPL, MS 4/53. This document gives a fuller account than had existed in the past about exactly how far Watt had got in developing his engine.

4. Chapman, *Address to the Subscribers*, p. 2.

5. Anthony Burton, *The Canal Builders*, London, David and Charles, 1981, pp. 157–58; and R. W. Malcolmson, *Life and Labour in England 1700–1780*, London, Hutchinson, 1981, pp. 83–93.

6. For a general discussion of Bristol in this period, see B. D. G. Little, *The City and County of Bristol: A Study in Atlantic Civilization*, London, Werner Laurie, 1954.

7. See Thomas A. Ashton, *Iron and Steel in the Industrial Revolution*, Manchester, Manchester University Press, 1963, pp. 21–30, 41–42; Brian Bracegirdle, *The Darbys and the Ironbridge Gorge*, London, David and Charles, 1974; and Isabel Grubb, *Quakerism and Industry Before 1800*, London, Williams and Norgate, 1930, pp. 50–51, 151–55.

8. Bristol Central Library, MS 20095, "Diary of William Dyer," vol. 1, 1760, f. 116. For an outline of the lectures Ferguson gave up and down the country, see James Ferguson, F.R.S., *Lectures on Select Subjects in Mechanics, Hydrostatics, Hydraulics*, 6th ed., London, 1784, an overtly Newtonian course, very similar to those discussed in the previous chapter. I am grateful to Jonathan Barry for information on Dyer.

9. "Diary of William Dyer," vol. 1, 1760, fol. 111, for this description of her; 1763, fol. 116, for the evening in question.

10. Ibid., fol. 126.

11. Bristol Record Office, White MS, no. 08158, fols. 73–81.

12. See Roy Porter, "Alexander Catcott: Glory and Geology," *British Journal for the History of Science*, 1977.

13. Bristol Central Library, MSB 26063, correspondence of Rev. A. S. Catcott and A. Catcott, letter of 23 June 1774, to A. Catcott.

14. Bristol Central Library, Bristol Library MSS, "Books proposed 1774," written in a variety of hands. For later developments, see Michael Neve, "Science in a Commercial City: Bristol 1820–60," in Ian Inkster and Jack Morrell, eds., *Metropolis and Province: Science in British Culture 1780–1850*, London, Hutchinson, 1983, pp. 179–204. For Ferguson see Fitzwilliam Museum, Cambridge, Perceval Bequest A.72; letter dated 21-5-1774.

15. Of the 155 pupils at Bristol Grammar School from 1710 to 1717, 53 became merchants and mariners. For the considerable education given to the sons of wealthier merchants, see W. Minchinton, "The Merchants of Bristol in the Eighteenth Century," *Sociétés et groupes sociaux en Aquitaine et en Angleterre*, Bordeaux, Federation historique du Sud-Ouest, 1979, pp. 190–91.

16. Alan F. Williams, "Bristol Port Plans and Improvement Schemes of the 18th Century," *Transactions of the Bristol and Gloucestershire Archaeological Society*, 81 (1962): 144.

17. Alexander Pope, *Letters to Martha Blount*, 1732, quoted in Williams, "Bristol Port Plans," p. 142.

18. For a general history of this body, with an excellent chapter pertaining to the river and harbor problems, see Patrick McGrath, *The Merchant Venturers of Bristol*, Bristol, Society of Merchant Venturers of the City of Bristol, 1975, especially pp. 150–53; and for the meeting records, see the Society of Merchant Venturers, Clifton, Bristol, Merchants' Hall Book of Proceedings, records for May 1776.

19. Williams, "Bristol Port Plans," p. 178.

20. See Nicholas Rogers, "The Urban Opposition to Whig Oligarchy, 1720–60," in Margaret C. Jacob and James R. Jacob, eds., *The Origins of Anglo-American Radicalism*, Atlantic Highlands, N.J., Humanities Press, 1991, pp. 138, 142–45.

21. Williams, "Bristol Port Plans," p. 148.

22. See, for example, *Observations on the Dangers and Inconveniences Likely to Attend the Execution of the Proposed Scheme of Building a Dam Across the River Avon*, Bristol, 1791.

23. Bristol Record Office, Proposal of 1765, MSS of Richard Bright.

24. Williams, "Bristol Port Plans," p. 147.

25. Bristol Record Office, MS 111689(3), proposal from A. Walker, 1791.

26. Pamela Bright, *Dr Richard Bright 1789–1858*, London, The Bodley Head, 1983, pp. 13–18, on this Bright, the father of her subject. See also Royal Society, B.L.A. b. ff. 325–29.

27. Bristol Record Office, Bright MSS, 11168(3), a long list in Bright's possession that estimates the number of ships using Bristol harbor, with direct comparisons to Liverpool.

28. Bristol Record Office, Bright MSS, 11168(3), letter of 16 Nov. 1791, Thomas Percival to Richard Bright. See Arnold Thackray, "Natural Knowledge in Cultural Context: The Manchester Model," *American Historical Review*, 79, no. 3 (June 1974): pp. 672–709.

29. Bristol Record Office, Bright Mss, MS 11168(3) "opinion tendered by Dr Falconer." Bright did profess his deep concern that no "injury should arise to health," see R.S. B.L.A. b. fol. 327.

30. Bristol Record Office, Bright MSS, 11168, Henry Cavendish to Richard Bright.

31. Bristol Record Office, Bright MSS, 11168(3), 15 Nov. 1790.

32. Bristol Record Office, Bright MSS, 11168(1)e. The plan was first submitted on 25 Feb. 1790.

33. Society of Merchant Venturers, Clifton, Bristol, MS Letter Book 1781–1816, for example, entry for 20 May 1792, the society to Mr. James Allen, on his architectural plans not to be preferred to what has been submitted; H.B. microfilm 4, 6 Dec. 1786, a meeting where a variety of engineers appeared and presented their ideas; MS Letter Book, 15 August 1815, to William Jessop: "Your plan of the proposed Crane has been submitted to the Society. . . . Upon examining it with that of Messrs Stewart and Ramsden the Radius described by your Crane does not appear to be equal to theirs. The Arm of the Crane does not reach so far out by two feet and taking a perpendicular or plomb line from any given point of the Brace C to the level of the Wharf there is a considerable difference in the height." See also Bristol Record Office, Bright MSS, 11168(66–68), Bright's notebooks.

34. Society of Merchant Venturers, MS Letter Book, entry for 17 July 1792, to Mr Faden, engraver, St. Martin's Lane; see also letter dated 18 August 1815, to Jessop, from which it is clear that the society's committee has once again altered his plans.

35. Ibid., f. 206, 1792.

36. Ibid., Jessop to Osborne, 11 Jan. 1793; for a comparison of the complexity of such plans versus those available a hundred years earlier, see Bristol Central Library, Southwell MS, undated handbill at end of the volume from the 1690s.

37. *Felix Farley's Bristol Journal*, 21 March 1807, quoted in R. A. Buchanan, "The Construction of the Floating Harbour in Bristol: 1804–1809," *Trans. BGAS*, 83 (1969): p. 199.

38. Little, *Bristol*, p. 167.

39. Bristol Central Library, MSS of the Bristol Library and Philosophical Institution, 1825. Cf. Charles H. Cave, *A History of Banking in Bristol from 1750 to 1899*, Bristol, 1899.

40. For a good description of the earliest partnership in canal building, which involved James Brindley, a mechanic of little or no scientific training, and a landed aristocrat, the duke of Bridgwater, see Francis Henry Egerton, *The First Part of a Letter to the Parisians, and, the French Nation, upon inland Navigation*, Paris, 1818; for James Brindley's orderly mind, see his diaries, 1759 to 1763, Central Library, Birmingham.

41. *The History of Inland Navigations. Particularly those of the Duke of Bridgewater in Lancashire and Cheshire*, London, 1766, p. 34.

42. Anthony Burton, *The Canal Builders*, London, David and Charles, 1981, p. 50; see also Derbyshire Record Office, D258/50/13/p, 19 March 1789, on canvassing Bishop Llandarff to support a canal bill, "He is a Liberal, though a Bishop." For a discussion of some of the complexities of this Whig commercialism, see J. G. A. Pocock, "Radical Criticisms of the Whig Order in the Age Between Revolutions," in Margaret C. Jacob and James R. Jacob, eds., *The Origins of Anglo-American Radicalism*, London and Boston, Allen and Unwin, 1984, pp. 42–43. On the social composition of the early Industrial Revolution, see Harold Perkin, *The Origins of Modern English Society 1780–1880*, London, Routledge and Kegan Paul, 1969, pp. 67–68. See also Peter Buck, "People Who Counted: Political Arithmetic in the Eighteenth Century," *Isis*, 73, no. 266 (1982): 32, on court Whigs favoring a national census in 1753.

43. See R. B. Schofield, "The Construction of the Huddersfield Narrow Canal 1794–1811: With Particular Reference to Standedge Tunnel," *Transactions of the Newcomen Society*, 53 (1981–1982): 17–38.

44. See Philip Riden, *The Butterley Company, 1790–1830: A Derbyshire Ironworks in the Industrial Revolution*, Chesterfield, 1973, p. 3 ff., for Benjamin Outram.

45. See, for example, Derbyshire Record Office, D258/50/14 w, E. Darwin to P. Gell, 22 April 1789.

46. R. B. Schofield, "The Promotion of the Cromford Canal Act of 1789: A Study in Canal Engineering," *Bulletin of the John Rylands University Library of Manchester*, 64 (1982): 246–47. Cf. R. S. Fitton and A. D. Wadsworth, *The Strutts and the Arkwrights 1758–1830*, Manchester, Manchester University Press, 1958, pp. 62, 80.

47. Derbyshire Record Office, D258/50/14 y, to Philip Gell from his brother in London, 7 July, n.a.

48. Derbyshire Record Office, D258/50/14 ta.

49. Schofield, "Promotion of the Cromford Canal Act," p. 268.

50. Derbyshire Record Office, D258/50/14 v, B. Outram to P. Gell. Cf. Schofield, "Promotion of the Cromford Canal Act," p. 274.

51. Schofield, "Promotion of the Cromford Canal Act," p. 270, quoting a letter from John Gell to Philip Gell. There is no evidence that committee members were chosen for their particular expertise; see O. Cyprian Williams, *The Historical Development of Private Bill Procedure and Standing Orders in the House of Commons*, London, HMSO, 1948, vol. 1, pp. 41–46.

52. House of Lords Record Office, Main Papers, H.L., 26 May 1789, et. seq.

53. House of Lords Record Office, Main Papers, 24 May 1791, evidence on Birmingham Canal Bill.

54. House of Lords Record Office, Main Papers, 26 May 1789, Cromford Canal.

55. House of Lords Record Office, Main Papers, 19, 20 May 1809, Kennet and Avon Canal Bill, examination of John Rennie, Esq.

56. House of Lords Record Office, Main Papers, 19 May 1809, Kennet and Avon Canal Bill. This is a bill to permit the raising of more money for a canal that is partially completed.

57. T. S. Ashton, *An Eighteenth Century Industrialist: Peter Stubs of Warrington 1756–1806*, Manchester, Manchester University Press, 1939, p. 41.

58. James H. Rieuwerts, "A Technological History of Drainage of the Derbyshire Lead Mines," Ph.D. dissertation, University of Leicester, 1981, pp. 145–49. Cf. Roy Porter, *The Making of Geology*, Cambridge, Cambridge University Press, 1976.

59. Sheffield City Library, Bagshawe Collection, MS 494, John Barker's Letter Book, 1765–1811, entry for 30 Sept. 1794, on a mine subject to a great deal of flooding.

60. Derbyshire Record Office, 503/D103, William Jessop to Mr. Godwin, Butterley Ironworks, 9 Sept. 1815, and 14 Dec. 1815.

61. Sheffield City Library, Bagshawe Collection, C. 654(1–116), letter of William Milner to George Barker on steam engine with the approval of Sir Joseph Banks, 21 Sept. 1807. Cf. Lynn Willies, "The Barker Family and the Eighteenth Century Lead Business," *Derbyshire Archaeological Journal*, 93 (1973): 68, on Wyatt taking over the failing business of the Barkers and revitalizing it.

62. Sheffield City Library, Bagshawe Collection, C. 587/(30), fol. 1, estimate with technical description of engine, from R. Smith to W. Wyatt, 9 Dec. 1836; fol 3, W. Sneyd to W. Wyatt for a 60-horsepower engine; fol. 8, another estimate with details. The cost involved is between £2,000 and 3,000; see 9 Feb. 1837 for sums.

63. Sheffield City Library, Bagshawe Collection, MS 587(30), fol. 4, William Wyatt to Mr. Cope, Bakewell, 31 Jan. 1837. Cf. N. Kirkham, "Steam Engines in Derbyshire Lead Mines," *Transactions of the Newcomen Society*, 38 (1965–1966): 72–73, 76–77, on Wyatt as innovator.

بيبلوغرافيا

Comparative studies in the history of science and culture are few and far between. Inspiration can be found in Richard Biernacki, ***The Fabrication of Labor in Germany and Britain, 1640–1914***, Berkeley, University of California Press, 1995. For another example of comparative work, but with a very different set of problems from those found in this book, see Lewis Pyenson, ***Cultural Imperialism and Exact Sciences. German Expansion Overseas 1900–1930***, New York, Peter Lang, 1985. For a sense of what people knew about nature in general before 1600 see William Eamon, ***Science and the Secrets of Nature: Books of Secrets in Medieval and Early Modern Culture***, Princeton, Princeton University Press, 1994. For a splendid discussion of how alchemists worked, see Pamela H. Smith, ***The Business of Alchemy. Science and Culture in the Holy Roman Empire***, Princeton, Princeton University Press, 1994. If students wish to know about individual scientists discussed in this text, they should consult Charles C. Gillispie, ed., ***Dictionary of Scientific Biography***, 16 vols., New York, Scribner, 1970. For complex ideas in philosophy, there is the helpful guide by Philip P. Wiener, ed., ***Dictionary of the History of Ideas***, New York: Scribner, 1973. Western technology is usefully surveyed in Donald Cardwell, ***The Norton History of Technology***, New York, W. W. Norton, 1995. The culture and science of the less educated, which increasingly came to be dismissed as magic, have been illuminated in Keith Thomas, ***Religion and the Decline of Magic***, New York, Scribner 1971; Alan Macfarlane, ***Witchcraft in Tudor and Stuart England***, London, Harper & Row, 1970; and Carlo Ginzburg, ***The Cheese and the Worms***, Harmondsworth, U.K., Penguin, 1982, about the fascinating cosmology of a miller who ran afoul of the Roman Inquisition. See also C. Ginsburg, "High and Low: The Theme of Forbidden Knowledge in the Sixteenth and Seventeenth Centuries," ***Past and Present***, no. 73 (1976): 28–41. And not least, to find out what ordinary folk read, see Margaret Spufford, ***Small Books and Pleasant Histories: Popular Fiction***

and Its Readership in Seventeenth-Century England, Athens, University of Georgia Press, 1981. A general introduction to the field of science and gender can be found in the popularizing book by Margaret Wertheim, *Pythagoras' Trousers. God, Physics, and the Gender Wars*, New York, Times Books, 1995.

الفصل الأول

Galileo's miseries with the church are gone over in minute detail in Rivka Feldhay, *Galileo and the Church. Political Inquisition or Critical Dialogue?*, Cambridge, Cambridge University Press, 1995. Students need not resort to complex notions like "cultural field" or "discourse" to follow the main outlines of the story. Primary sources can be found in Maurice A. Finocchiaro, ed., *The Galileo Affair. A Documentary History*, Berkeley, University of California Press, 1989. Everyone should read Pietro Redondi, *Galileo Heretic*, Princeton, Princeton University Press, 1989. Italy does not get as much attention as it deserves in this book; try the fascinating account in Paula Findlen, *Possessing Nature. Museums, Collecting, and Scientific Culture in Early Modern Italy*, Berkeley, University of California Press, 1994. For all the background and science left out of this chapter, especially for Kepler who is sadly missing, see Owen Gingerich, *The Eye of Heaven. Ptolemy, Copernicus, Kepler*, New York, American Institute of Physics, 1993. It is also a good place to go for Copernicus. One of the most important and fascinating topics to emerge in the study of science and culture since the 1960s is the role of magic in the new science. The *locus classicus* of those studies is Frances Yates, *Giordano Bruno and the Hermetic Tradition*, Chicago, University of Chicago Press, 1964. Perhaps the most interesting link between magic and scientific practice occurs in early modern medicine. There the leading figure is Paracelsus. See A. G. Debus, *The English Paracelsians*, London, Oldbourne, 1965. Francis Bacon is so very important in the story that links the new science to the reform of learning as well as to technology. The best places to begin with Bacon are Paolo Rossi, *Francis Bacon: From Magic to Science*, Chicago, University of Chicago Press, 1968; and B. Farrington, *The Philosophy of Francis Bacon*, Liverpool, Liverpool University Press, 1964. Bacon's influence is everywhere present in Charles Webster, *The Great Instauration: Science, Medicine and Reform, 1626–1660*, London, Duckworth, 1975. And he was an inspiration to the founding of the Royal Society; see J. R. Jacob, "Restoration, Reformation and the Origins of the Royal Society," *History of Science*, 13 (1975): 155–76, which is a basic essay on the social and ideological origins of the society. For an essay that places Bacon into the context of economic ideology, see James R. Jacob, "The Political Economy of Science in Seventeenth-Century England," in Margaret C. Jacob, ed., *The Politics of Western Science, 1640–1990*, Atlantic Highlands, N.J., Humanities Press, 1994, pp. 19–46.

الفصل الثاني

Finally Descartes has a good biography in English. See the account in Stephen Gaukroger, *Descartes. An Intellectual Biography*, Oxford, Clarendon Press, 1995. A provocative study of Descartes's psychology appears in John R. Cole, *The Olympian Dreams and Youthful Rebellion of René Descartes*, Urbana/Chicago, University of Illinois Press, 1992. The argument that up until the condemnation of Galileo in 1633 Descartes was not that concerned about skepticism seems a bit strained. To get through the complexities of Descartes's metaphysics, turn to

Daniel Garber, *Descartes' Metaphysical Physics*, Chicago, University of Chicago Press, 1992. For insight on a way to read texts that anchors them within their social milieux, see Bruce S. Eastwood, "Descartes on Refraction: Scientific Versus Rhetorical Method," *Isis*, 75 (1984): 481–502. There is also much wisdom in A. J. Krailsheimer, *Studies in Self-Interest: Descartes to La Bruyère*, Oxford: Clarendon Press, 1962. Do not forget the now old, but always valuable Martha Ornstein, *The Role of Scientific Societies in the Seventeenth Century*, Chicago, University of Chicago Press, 1928. One of the best studies on French science is Roger Hahn, *The Anatomy of a Scientific Institution: The Paris Academy of Sciences, 1666–1803*, Berkeley, University of California Press, 1971.

الفصل الثالث

The Royal Society commands a large literature summarized without much interpretative framework in Michael Hunter, *Establishing the New Science. The Experience of the Early Royal Society*, Woodbridge, U.K., Boydell Press, 1989; to be used with caution. To begin a survey of the Merton thesis and its enormous influence try I. Bernard Cohen, ed., *Puritanism and the Rise of Modern Science: The Merton Thesis*, edited with . . . K. E. Duffin and Stuart Strickland, New Brunswick, N.J., Rutgers University Press, 1990. Henry More has a biography in A. Rupert Hall, *Henry More: Magic, Religion and Experiment*, Oxford, Blackwell, 1990. For a short account of Newton and his influence see Betty Jo Teeter Dobbs and Margaret C. Jacob, *Newton and the Culture of Newtonianism*, Atlantic Highlands, N.J., Humanities Press, 1995. Many scholarly works on Newton's science abstractly conceived exist. One place to start is a collection of essays from various decades by A. Rupert Hall, *Newton, His Friends and His Foes*, Aldershot, U.K., Ashgate Publishing, 1993. For background and handy identifications try Derek Gjertsen, *The Newton Handbook*, New York, Routledge & Kegan Paul, 1986. There is also a more technical work than any of the others, but it is helpful: Paul Theerman and Adele F. Seeff, eds., *Action and Reaction. Proceedings of a Symposium to Commemorate the Tercentenary of Newton's "Principia"*, Newark, University of Delaware Press, 1993. On Boyle there is the brilliant study by James R. Jacob, *Robert Boyle and the English Revolution*, New York, Burt Franklin, 1977. Locke now has an all encompassing study in John Marshall, *John Locke. Resistance, Religion and Responsibility*, Cambridge, Cambridge University Press, 1994. For an intelligent discussion of Hobbes's absolutism see Johann P. Sommerville, *Thomas Hobbes. Political Ideas in Historical Context*, New York, St. Martin's Press, 1992.

الفصل الرابع

The period when science becomes a major intellectual force within Western culture can be dated as roughly 1680–1730, the so-called crisis of the European mind. The student can begin with the old but classic, English translation of Paul Hazard, *The European Mind: 1680–1715*, New Haven, Yale University Press, 1953. There are many minor yet wonderfully fascinating historical characters that make up the story of the crisis. There was also the redoubtable Henry Stubbe in England; see James R. Jacob, *Henry Stubbe: Radical Protestantism and the Early Enlightenment*, Cambridge, Cambridge University Press, 1983. One other essay takes an approach to the crisis that rightly emphasizes its relationship to the English Revolution: J. G. A. Pocock, "Post-Puritan England and the Problem of the Enlightenment" in Perez Zagorin, ed., *Culture and Politics: From Puritanism*

to the Enlightenment, Los Angeles, University of California Press, 1980. For a figure in both worlds, presecular and scientific, see James E. Force, *William Whiston: Honest Newtonian*, Cambridge, Cambridge University Press, 1985. To show how complex this period can be take a look at Andrew C. Fix, *Prophecy and Reason. The Dutch Collegiants in the Early Enlightenment*, Princeton, Princeton University Press, 1991.

الفصل الخامس

There is a book that is basic to this chapter, Larry Stewart, *The Rise of Public Science. Rhetoric, Technology, and Natural Philosophy in Newtonian Britain, 1660–1750*, Cambridge, Cambridge University Press, 1992. For Scotland and the depth of scientific learning there see "Literacy, Education and the Culture of Print in Enlightenment Edinburgh," *History* (October 1993): 373–92; and S. Shapin, "The Audience for Science in Eighteenth Century Edinburgh," *History of Science*, 12 (1974): 95–121; and S. Shapin, "Property, Patronage and the Politics of Science: The Founding of the Royal Society of Edinburgh," *British Journal for the History of Science*, 7 (1974): 1-41. For a good survey of eighteenth-century science in the British Isles but also in Europe, consult M. Crosland, ed., *The Emergence of Science in Western Europe*, London, Macmillan, 1975. For the complexity of economic life see Roy Porter and John Brewer, eds., *Consumption and the World of Goods*, New York, Routledge, 1993. There is also the helpful general study that puts the Royal Society in perspective: James E. McClellan III, *Science Reorganized: Scientific Societies in the Eighteenth Century*, New York, Columbia University Press, 1985. The larger question of science and industrial growth is tackled and somewhat downplayed in Peter Mathias, "Who Unbound Prometheus? Science and Technical Change, 1600–1800," in Peter Mathias, ed., *Science and Society*, Cambridge, Cambridge University Press, 1972. There is much more work to be done on the British literary and philosophical societies, and there are various model studies that can be imitated—for example, R. B. Schofield, *The Lunar Society of Birmingham*, Oxford, Clarendon Press, 1963; E. Robinson, "The Derby Philosophical Society," *Annals of Science*, 9 (1953): 359–67. Someone needs to write about the eighteenth- and early nineteenth-century engineers as the real but peculiar type of enlightened philosophes they were. Scientific culture in Continental Europe during the eighteenth century needs work, and that of course requires a knowledge of various European languages. For further reading, as opposed to research, see J. L. Heilbron, *Electricity in the Seventeenth and Eighteenth Centuries: A Study of Early Modern Physics*, Berkeley, University of California Press, 1979. For a discussion of the lives of some of those who prospered in eighteenth-century Britain, and how much they could prosper through overseas trade, see David Hancock, *Citizens of the World. London Merchants and the Integration of the British Atlantic Community, 1735–1785*, Cambridge, Cambridge University Press, 1995.

الفصل السادس

There are now many good biographies of leading eighteenth-century British scientists, although the Watt family needs to be done again. The family papers have now all made their way to the Birmingham City Library, and the latest collections have been used to paint the portrait found in this chapter. Any work on

this period should begin with A. E. Musson and Eric Robinson, ***Science and Industry in the First Industrial Revolution***, New York, Gordon and Breach, 1989 [reprint of 1969 edition]. ***Sir Joseph Banks 1743–1820***, London, British Museum, 1988, by Harold B. Carter, is found in any good research library. Banks has another very good biography in John Gascoigne, ***Joseph Banks and the English Enlightenment. Useful Knowledge and Polite Culture***, New York, Cambridge University Press, 1994. There is an older book that must be used with caution: J. G. Crowther, ***Scientists of the Industrial Revolution***, London, Cresset Press, 1962. For social history see Leonore Davidoff and Catherine Hall, ***Family Fortunes. Men and Women of the English Middle Class, 1780–1850***, London, Hutchinson, 1987. I have benefitted from the context provided in Jan Golinski, ***Science as Public Culture: Chemistry and Enlightenment in Britain, 1760–1820***, Cambridge, Cambridge University Press, 1992. For more detail than I have been able to give here about original science in the social circle of Watt, see David Knight, ***Humphry Davy. Science and Power***, Cambridge, Cambridge University Press, 1992. For the Scotland of the Watt's see R. A. Houston, ***Social Change in the Age of Enlightenment*** Oxford, Clarendon Press, 1994.

الفصل السابع

There have been no good comparative studies of educational systems at the beginning of modernity. So bits and pieces have to be borrowed to fill in the picture. The best overview of physics and mechanics for the period remains J. L. Heilbron, ***Electricity in the Seventeenth and Eighteenth Centuries: A Study of Early Modern Physics***, Berkeley, University of California Press, 1979. For Spain see David Goodman, "Science and the Clergy in the Spanish Enlightenment," ***History of Science***, 21 (1983): 111–40. Germany now can be approached through the excellent work of Richard L. Gawthrop, ***Pietism and the Making of Eighteenth-Century Prussia***, Cambridge, Cambridge University Press, 1993. The Dutch Republic can be approached initially in Margaret C. Jacob and Wijnand Mijnhardt, eds., ***The Dutch Republic in the Eighteenth Century. Enlightenment, Decline and Revolution***, Ithaca, N.Y., Cornell University Press, 1993. A good place to begin with French science is R. Rappaport, "Government Patronage of Science in Eighteenth Century France," ***History of Science***, 8 (1969): 119–36. A good general survey of the Austrian Netherlands appeared in 1983: H. Hasquin, ed., ***La vie culturelle dans nos provinces au XVIIIe siècle***, Brussels, Credit Communal de Belgique. An indispensable bibliography is W. Baeten ***et al.***, eds., ***Belgie in de 18de eeuw: Kritische Bibliografie***, Brussels, 1983), published for the ***Contact-groep 18de eeuw*** and usable in French as well. The western colony of the Austrians receives an intelligent discussion in Franz A. J. Szabo, ***Kaunitz and Enlightened Absolutism, 1753–1780***, Cambridge, Cambridge University Press, 1994.

الفصل الثامن

The whole of French inventiveness in the eighteenth century has now been mapped, with some good work also on the English, by Liliane Hilaire-Pérez, ***Inventions et Inventeurs en France et en Angleterre au xviiiè siècle***, 4 vols., University of Lille, Doctorate de l'Université de Paris I Panthéon-Sorbonne-UFR d'Histoire, January 1994. Some of her work first appeared in "Invention and the State in

18th-Century France," *Technology and Culture*, 32 (1991): 911–31. The role of science in the French Revolution and the whole question of radical science can be approached through an old but good work, L. P. Williams, "The Politics of Science in the French Revolution," in M. Clagett, ed., *Critical Problems in the History of Science*, Madison, University of Wisconsin Press, 1959, pp. 291–308; and R. Darnton, *Mesmerism and the End of the Enlightenment in France*, Cambridge, Mass., Harvard University Press, 1968. On French science in general see: Thomas Hankins, *Science and the Enlightenment*, Cambridge, Cambridge University Press, 1985. All of J.R. Harris's work on technology transfer to France is important. Start with J. R. Harris, "Michael Alcock and the Transfer of Birmingham Technology to France before the Revolution," *Journal of European Economic History*, 15 (1986): 7–59. See also the excellent account in Gwynne Lewis, *The Advent of Modern Capitalism in France, 1770–1840. The Contribution of Pierre-François Tubeuf*, Oxford, Clarendon Press, 1993. The relationship between the Revolution and economic change should be approached through Jean-Pierre Hirsch, "Revolutionary France, Cradle of Free Enterprise," *American Historical Review*, 94 (1989): 1281–89. The Revolution and the spurt forward in science education is nicely summarized in Jean G. Dhombres, "French Textbooks in the Sciences 1750–1850," *History of Education*, 13 (1984): 153–161. See also Robert Fox, ed., *Technological Change*, London, Harwood, 1996.

الفصل التاسع

More basic research is needed on the day-to-day use of technical knowledge in the Industrial Revolution. The book to help with that research remains A. E. Musson and E. Robinson, *Science in the Industrial Revolution* (1969), cited earlier. A case study of one of the new sciences and its relation to industrialization is R. Porter, "The Industrial Revolution and the Rise of the Science of Geology," in M. Teich and R. M. Young, eds., *Changing Perspectives in the History of Science*, London, Heinemann, 1973, pp. 320–43; and see also A. Thackray, "Science and Technology in the Industrial Revolution," *History of Science*, 9 (1970): 76–89. For intelligent thoughts on science and agriculture see Simon Schaffer, "A Social History of Plausibility: Country, City and Calculation in Augustan Britain," in Adrian Wilson, ed., *Rethinking Social History*, Manchester, Manchester University Press, 1993.

مع إقرار المزيد من المؤرخين بالأهمية المركزية للعلم والتكنولوجيا في تشكُل الثورة الصناعية الأولى، أخذت تنمو الحاجة إلى تاريخ عام وجيد لإنجازات الثورة العلمية. وكتاب «الثقافة والحضارة العلمية وتشكّل الغرب الصناعي» يفسر هذه العملية التاريخية بالنظر إلى كيف ولماذا أصبحت المعرفة العلمية هذا الجزء المكمّل من التراث الحضاري في أوروبا. وبسعيه لفهم الأصول الثقافية للثورة الصناعية للقرن الثامن عشر، ينظر هذا الكتاب أولاً إلى التراث العلمي للقرن السابع عشر، ويركز ليس فقط على إنكلترا ولكنه يتابع بدراسة تاريخ العلم والتكنولوجيا في فرنسا وهولندا (الأراضي المنخفضة) وألمانيا.

وبهيكلية مقارِنة يفسر هذا الكتاب لماذا كانت إنكلترا ناجحة بهذا القدر في هذه المرحلة الانتقالية أكثر من أندادها في القارة الأوروبية. وهذا الكتاب يدمج العلم بالاهتمامات الدنيوية، مركزاً بشكل أساسي على رجال الأعمال المبادرين والمهندسين الذين امتلكوا نفاذ بصيرة علمية والذين كانوا متحمسين ليربحوا من الامتيازات التي وفرتها المعرفة العلمية، مثبتين أنه، خلال أواسط القرن السابع عشر، كان العلم البريطاني يُعرض ضمن إطار إيديولوجي يشجع الرفاه المادي. ويتضمن الكتاب مختصرات يمكن قراءتها للإنجازات العلمية الأساسية للتواصل بشكل أفضل مع التجديدات الإبداعية المركزية لتلك المرحلة، كما أضيفت خبرات علمية حديثة للمساع... إدماج العلم في التراث الثقافي للغرب. وبصهره تاريخ العلم والتكن... الثقافي يكون هذا الكتاب مثالياً لمساقات في التاريخ المبكر لأوروبا الح... ات في دراسات التراث الثقافي وتاريخ العلم.

المؤلفة:

مارغريت جاكوب أستاذة التاريخ في جامعة كاليفورنيا في لوس...

ISBN 978-9953-87-842-3





